



*Contributo
alla celebrazione
per i 70 Anni
dell'INFN a Roma Tor Vergata*



R. Bernabei

Docens Turris Virgatae

Ordinario di Fisica Nucleare e Subnucleare i.q.,

Dipartimento di Fisica, Università di Roma "Tor Vergata"

and INFN - Sezione di Roma Tor Vergata

Wednesday, 11 May 2022

8 agosto 1951, decreto n. 599 del presidente del CNR Gustavo Colonnetti, viene istituito l'Istituto Nazionale di Fisica Nucleare, promotori Colonnetti e Edoardo Amaldi. (1° presidente Gilberto Bernardini)

Nel 1952 4 città e le loro università: Roma, Padova, Torino e Milano, diventeranno così le sedi delle prime sezioni INFN.

→ Ora 20 Sezioni, 6 Gruppi collegati, 4 laboratori Nazionali: LNF, LNGS, LNL, LNS

il 29 settembre 1954 vengono ratificati, da parte di 12 paesi europei, gli accordi costitutivi del Consiglio Europeo per la Ricerca Nucleare (CERN), sottoscritti nel 1952 a Ginevra e a Parigi
→ HE fino a LHC

Vocazione :

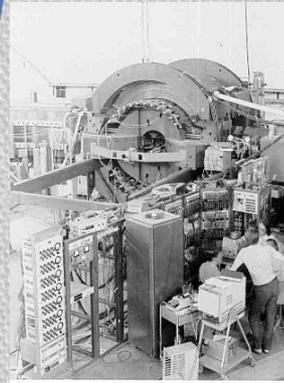
Lavorare con le università

Far ricerca in infrastrutture avanzate

Internazionalizzazione

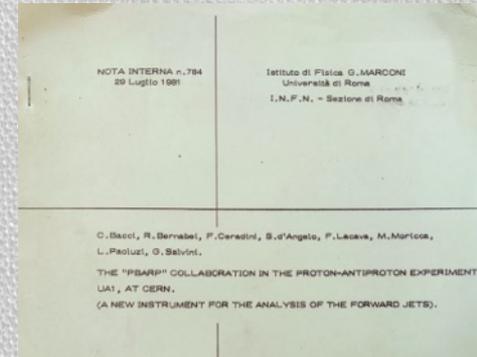
Impatto sulla vita degli studenti e sul loro sviluppo

Benché io abbia fatto una carriera interamente universitaria, ho svolto ricerche associate ad attività INFN, per circa 48 dei 70 anni dell'INFN: a Roma La Sapienza fino al 1986; a Roma Tor Vergata dal 1986 (per trasferimento di prof. associato)



Alcune Attività

MEA @ LNF (1974-1977)
National coll.



UA1 @ CERN (1978-1982)
International coll.

PHYSICAL REVIEW C VOLUME 38, NUMBER 5 NOVEMBER 1988

Measurement of the ${}^4\text{He}(\gamma, p){}^3\text{H}$ total cross section and charge symmetry

R. Bernabei, A. Chisholm,* S. d'Angelo, M. P. De Pascale, P. Picozza, and C. Schaerf
Dipartimento di Fisica della II Università di Roma, and Istituto Nazionale di Fisica Nucleare, Sezione di Roma, Rome, Italy

P. Belli, L. Casano, A. Incicchitti, and D. Prosperi
Dipartimento di Fisica della I Università di Roma, and Istituto Nazionale di Fisica Nucleare, Sezione di Roma, Rome, Italy

B. Girolami
Istituto Superiore di Sanità, and Istituto Nazionale di Fisica Nucleare, Sezione di Sanità, Rome, Italy
(Received 17 May 1988)

The absolute total cross section for the ${}^4\text{He}(\gamma, p){}^3\text{H}$ reaction has been measured in the γ -ray energy region between 28.6 and 58.1 MeV with a monochromatic photon beam and a nearly 4π proton detector. The comparison of our results with the most recent data on the ${}^4\text{He}(\gamma, n){}^3\text{He}$ total cross section provides a mean value of $R_{\gamma} = \sigma(\gamma, p)/\sigma(\gamma, n) = 1.01 \pm 0.06$ between 28.6 and 42.4 MeV and

Ladon @ LNF (1982-1986 la Sapienza;
1986-1989 Tor Vergata)

Fisica delle Astroparticelle

In sito sotterraneo @ INFN-Roma2 dal 1985

1° Goal: chiarire gli ammanchi di neutrini dal Sole degli esp. del Cloro e Kamiokande rispetto alle aspettative del Modello sviluppato da Bahcall; **PRIMA RIVELAZIONE dei neutrini pp** (flusso ordini di grandezza maggiore di quelli misurabili da queglii esp.)



GALLEX (T. Kirsten) e poi GNO (E. Bellotti) @ LNGS (in presa dati dal 1991 al 2003)

- Reazione: $\nu_e + {}^{71}\text{Ga} \rightarrow e^- + {}^{71}\text{Ge}$ ($E_{\text{thr}} = 0.233 \text{ MeV}$)
- Sito sperimentale: Gran Sasso underground lab (3300 m.w.e.)
- Bersaglio: 30 tons di Ga naturale in $\text{GaCl}_3 + \text{HCl}$
- Meno di 1 cattura per giorno (esp. **radiochimico**)



→ L'INFN a Roma2

Prima gruppo collegato con la sezione della Sapienza e poi dal 1989 sezione indipendente

1° direttore Luciano Paoluzi – già Direttore per un periodo per la sez. Roma La Sapienza – e vicepresidente dell'INFN sotto la Presidenza di Nicola Cabibbo allora anche egli prof. a Tor Vergata.

Direttore per preparazione, disponibilità e apertura verso tutte le attività particolarmente adatto ad avviare una nuova sezione.

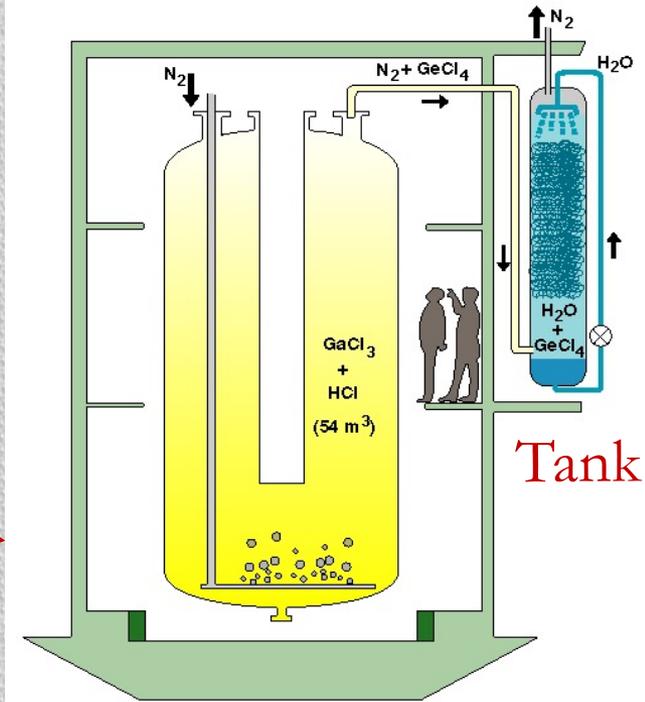
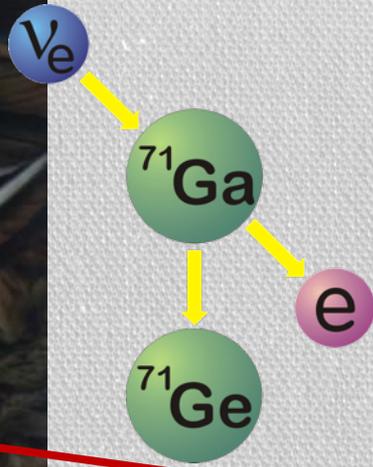
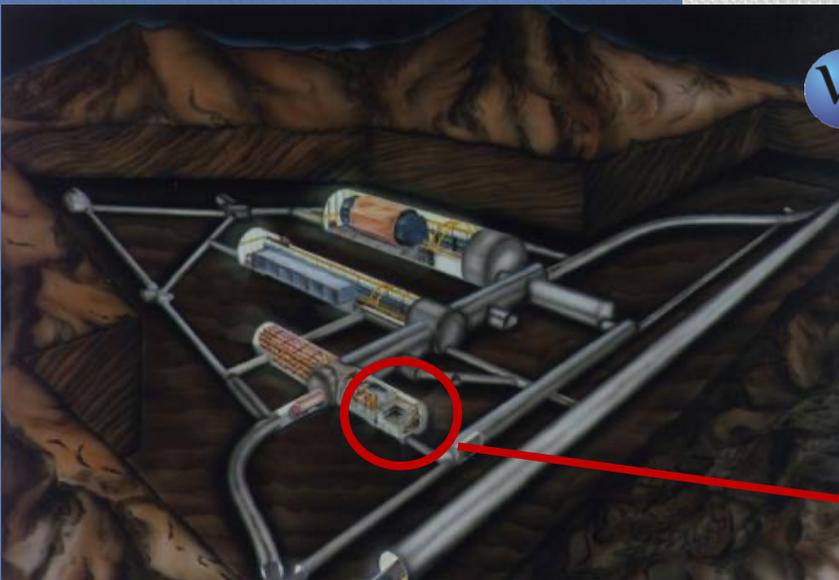
Nello stesso periodo si avviano le attività nel nuovo laboratorio Nazionale del Gran Sasso, con la fortuna di avere un 1° direttore molto motivato e competente in Fisica passiva: Enrico Bellotti di Milano.



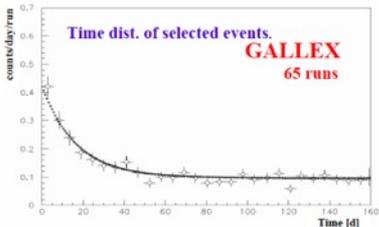
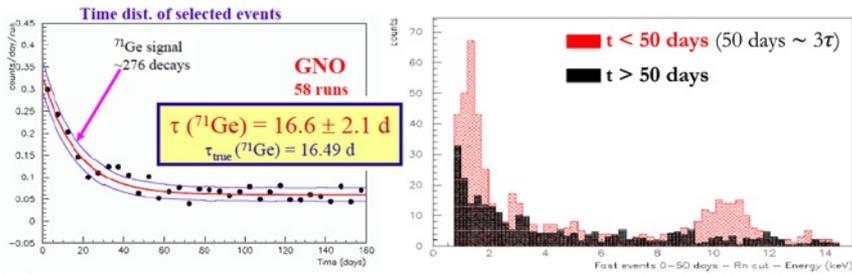
GALLEX: Max Planck Institute - Heidelberg,
LNQS, Milano/Milano Bicocca, ZFK - Karlsruhe,
Nice, Roma Tor Vergata, TUM Monaco, Saclay,
Weizmann Institute, Brookhaven,
e poi Kurchatov e CEA - Grenoble per la sorgente

QNO: Milano Bicocca, LNQS, Roma Tor
Vergata, L'Aquila, Max Planck Institut -
Heidelberg, TUM Monaco

Prima visita in underground della coll. GALLEX
durante il completamento degli scavi; misure di test nel
bypass n.12



The ^{71}Ge atoms recovered and counted by GALLEX and GNO

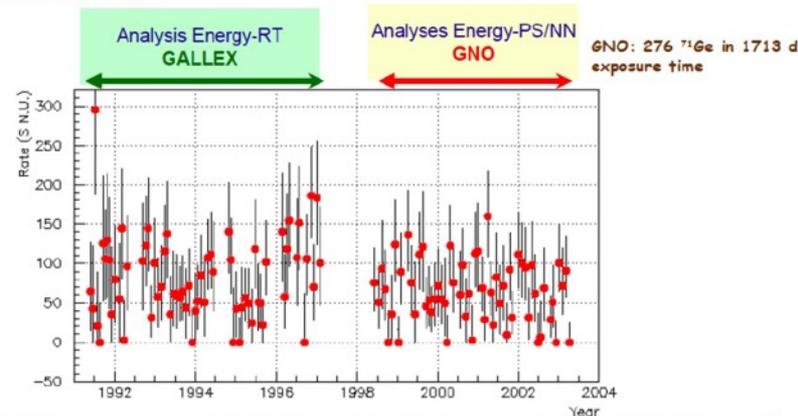


bckg from 0.1 to 0.07 counts/day/run

Reduction of the bckg
GNO vs Gallex 30%

Galex + GNO results: Davis plot

Total exposure time: 3307 d



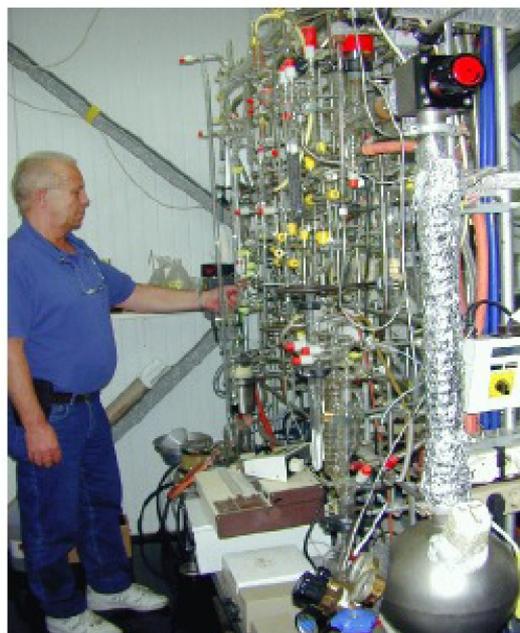
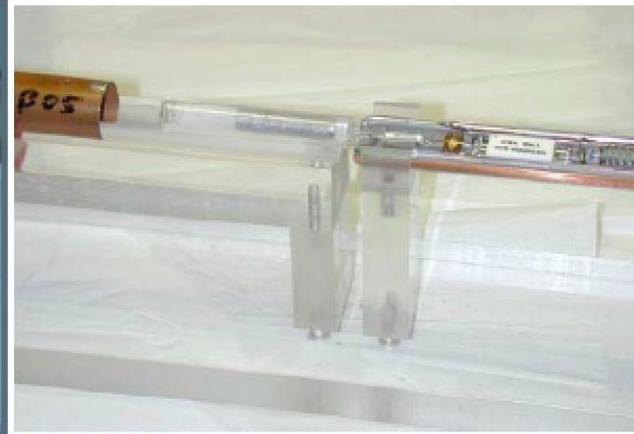
GALLEX	65 SR	$77.5 \pm 6.2 \text{ (stat)} \pm 4.5 \text{ (sys) SNU}$
GNO	58 SR	$62.9 \pm 5.4 \text{ (stat)} \pm 2.5 \text{ (sys) SNU}$
GALLEX + GNO	123 SR	$69.3 \pm 4.1 \text{ (stat)} \pm 3.6 \text{ (sys) SNU}$



The columns



Proportional counter



The synthesis line



Shielding



In cima alle tank: T. Kirsten (spokesperson di GALLEX) con Emiko, S. d'Angelo e collaboratori tedeschi (Kiko, Hampel, Wink, ...)



GALLEX (1^a generazione expt @LNGS) and GNO (2^a generazione expt @LNGS)

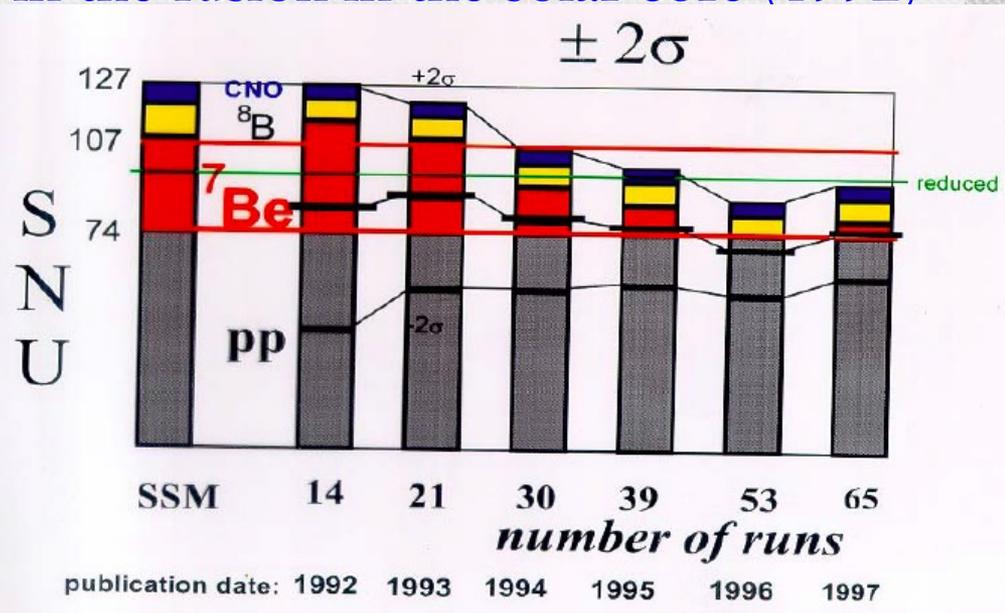


- Detector construction:
- GALLEX runs:
- First ⁵¹Cr ν source expt:
- Second ⁵¹Cr ν source expt:
- Tests with ⁷¹As:
- Improvements towards GNO:
- GNO runs:

- 1986-1990
- May 14, 1991 – Jan 23, 1997
- Jun 1994 – Oct 1994
- Oct 1995 – Feb 1996
- Feb 1997 – Apr 1997
- Apr 1997 – Apr 1998
- May, 20 1998 – Apr, 9 2003

Legacy

- First observation of pp neutrinos in the fusion in the solar core (1992)
- definitive deficit of low energy solar ν (pp and ⁷Be) not explainable by solar physics
- reliability of the radiochemical (solar- ν) experiments (PBq artificial ν -sources, As-test)



1990:

Roma Tor Vergata (spokesperson: R. Bernabei) e Roma La Sapienza (resp. Locale D. Prosperi⁺)

propongono il progetto DAMA → Sviluppo di scintillatori di basso fondo intrinseco per misure su processi rari e soprattutto sulla Materia Oscura di natura particellare

Su Materia Oscura:

1^a generazione: DAMA/NaI

2^a generazione: DAMA/LIBRA

successive: DAMA/LIBRA potenziata

- Coll. con colleghi cinesi dal 1992 a oggi.
- Dai primi anni 90 a oggi coll. con INR-Kiev x misure su vari processi rari (resp. Y. Dzesenko⁺, F. Danevich)

1^o esp. approvato specificatamente x la rivelazione diretta di Materia Oscura di natura particellare - anche volano per il settore



1992: visita all'apparato HPGe dei coll. cinesi nella miniera di Mentogou per selezione di materiali



2015: Firma dei rettori del MOU tra l'Università di Tor Vergata e quella di Jinggangshan

1990:

Roma Tor Vergata (spokesperson: R. Bernabei) e Roma La Sapienza (resp. Locale D. Prosperi⁺)

propongono il progetto DAMA → Sviluppo di scintillatori di basso fondo intrinseco per misure su processi rari e soprattutto sulla Materia Oscura di natura particellare

Su Materia Oscura:

1^a generazione: DAMA/NaI

2^a generazione: DAMA/LIBRA

successive: DAMA/LIBRA potenziata

- Coll. con colleghi cinesi dal 1992 a oggi.
- Dai primi anni 90 a oggi coll. con INR-Kiev x misure su vari processi rari (resp. Y. Dzesenko⁺, F. Danevich)

1^o esp. approvato specificatamente x la rivelazione diretta di Materia Oscura di natura particellare - anche volano per il settore

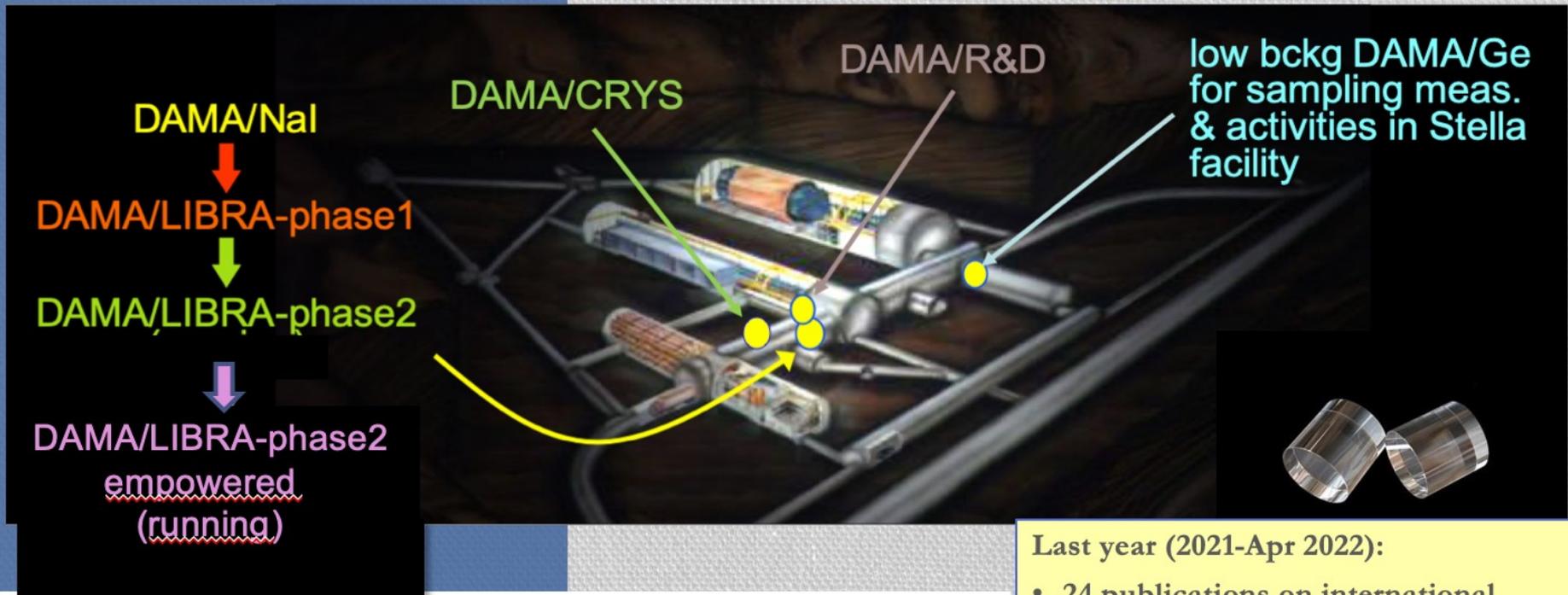


1992: visita all'apparato HPGe dei coll. cinesi nella miniera di Mentogou per selezione di materiali



MOU tra l'Università di Tor Vergata e l'Università di Tongshan

an observatory for rare processes @ LNGS



Collaboration:

Roma Tor Vergata, Roma La Sapienza, LNGS, IHEP/Beijing
+ by-products and small scale expts.: INR-Kiev + other institutions
+ neutron meas.: ENEA-Frascati, ENEA-Casaccia
+ in some studies on $\beta\beta$ decays (DST-MAE and Inter-Universities project): IIT Kharagpur and Ropar, India

web site: <https://dama.web.roma2.infn.it/>

Last year (2021-Apr 2022):

- 24 publications on international reviews & volumes of Proc.
- 12 talks at conf. and seminars
- 1 master thesis at Roma La Sapienza
- 1 PhD thesis in progress

- 300 (44 in the last five years) publications on international reviews
- 400 (82 in the last five years) talks at conf. and seminars
- h-index = 60



Few pictures of some of the people & occasions



Conclusi vari apparati e molte misure su ricerche di **processi rari** come:

- modi di decadimento $\beta\beta$ in vari isotopi,
- decadimenti nucleari rari,
- stabilità della materia,
- assioni solari,
- nuclei superpesanti,
- spettri di decadimento con elevata precisione di β rari come ^{113m}Cd ($\rightarrow g_A$ phenomenology),
-

sviluppando scintillatori radio-puri/nuovi/arricchiti come : NaI(Tl) , ZnWO_4 , CdWO_4 , $^{116}\text{CdWO}_4$, $^{106}\text{CdWO}_4$, LXe , LiF(W) , LiI(Eu) , $\text{LaCl}_3(\text{Ce})$, CeF_3 , BaF_2 , CeCl_3 , $\text{CaF}_2(\text{Eu})$, $\text{SrI}_2(\text{Eu})$, Cs_2HfCl_6 , Cs_2ZrCl_6 , etc. e setup a basso fondo o campioni purificati in HPGe



Tra i risultati, e.g.:
nuove osservazione del modo

$2\nu 2\beta$ del ^{116}Cd allo stato fondamentale del ^{116}Sn , del ^{100}Mo al primo stato eccitato del ^{100}Ru , del ^{150}Nd al primo stato eccitato del ^{150}Sm .

Osservati per la prima volta decadimenti α rari del ^{151}Eu , del ^{190}Pt al primo stato eccitato del ^{186}Os e nuova osservazione per il decadimento α del ^{174}Hf allo stato fondamentale del ^{170}Yb .

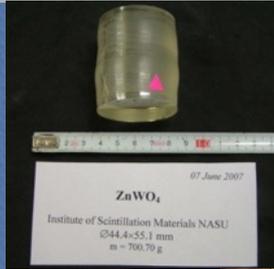
Misurata per la prima volta l'anisotropia a rinculi nucleari del quenching di cristalli ZnWO_4 , a 5.4σ C.L.

Molti nuovi limiti su tanti processi e miglioramento delle sensibilità. Alcuni degli apparati hanno già raggiunto la regione di sensibilità adatta per osservare altri decadimenti rari $\alpha/2\beta$ (^{106}Cd , isotopi dell'Os, isotopi dell'Hf).

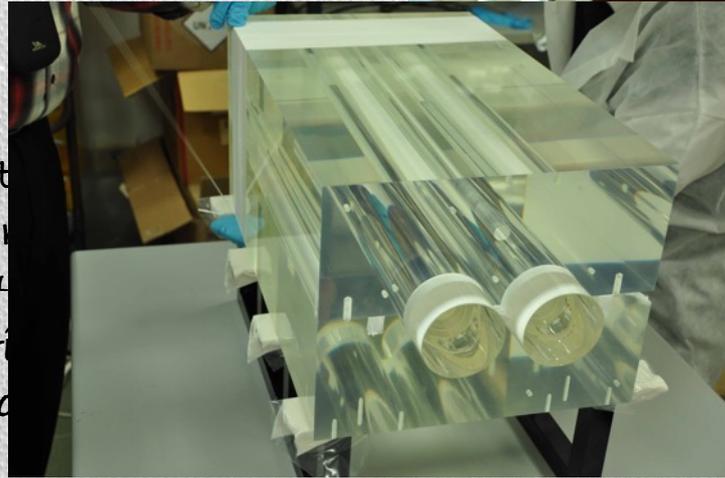
Conclusi vari apparati e molti
su ricerche di **processi rari** co



ZnWO₄ after recrystallization in ISMA from the 0.7 kg
measured in DAMA R&D
143.00 g



07 June 2007
ZnWO₄
Institute of Scintillation Materials NASU
Ø44.4x55.1 mm
m = 700.70 g



Sn, del
nd al



ari rari,
eria,



come : NaI(Tl),



lta decadi
stato eccit
decadim
del 170yb.



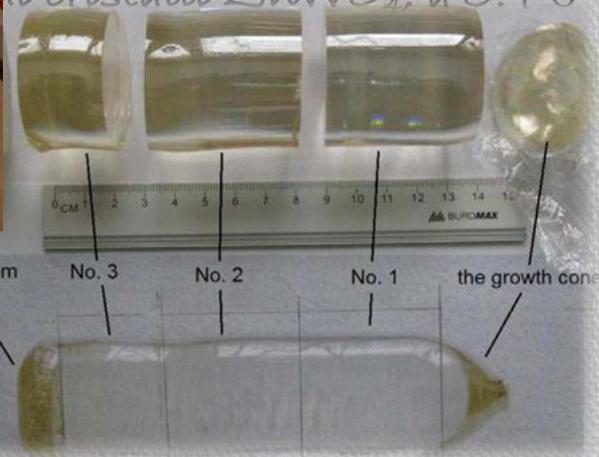
ZnWO₄
Institute of Scintillation Materials NASU
Ø40x20x18 mm
M = 116.5 g

ta l'anisotropia a rinculi
di cristalli ZnWO₄, a 5.4 σ



ZnWO₄ (Kharkov, Ukraine)
26x24x24 mm
119.13 g
ZnWO₄ (Russia)
Ø41x27 mm

a regione d
tri decadim
opi dell'Hf)

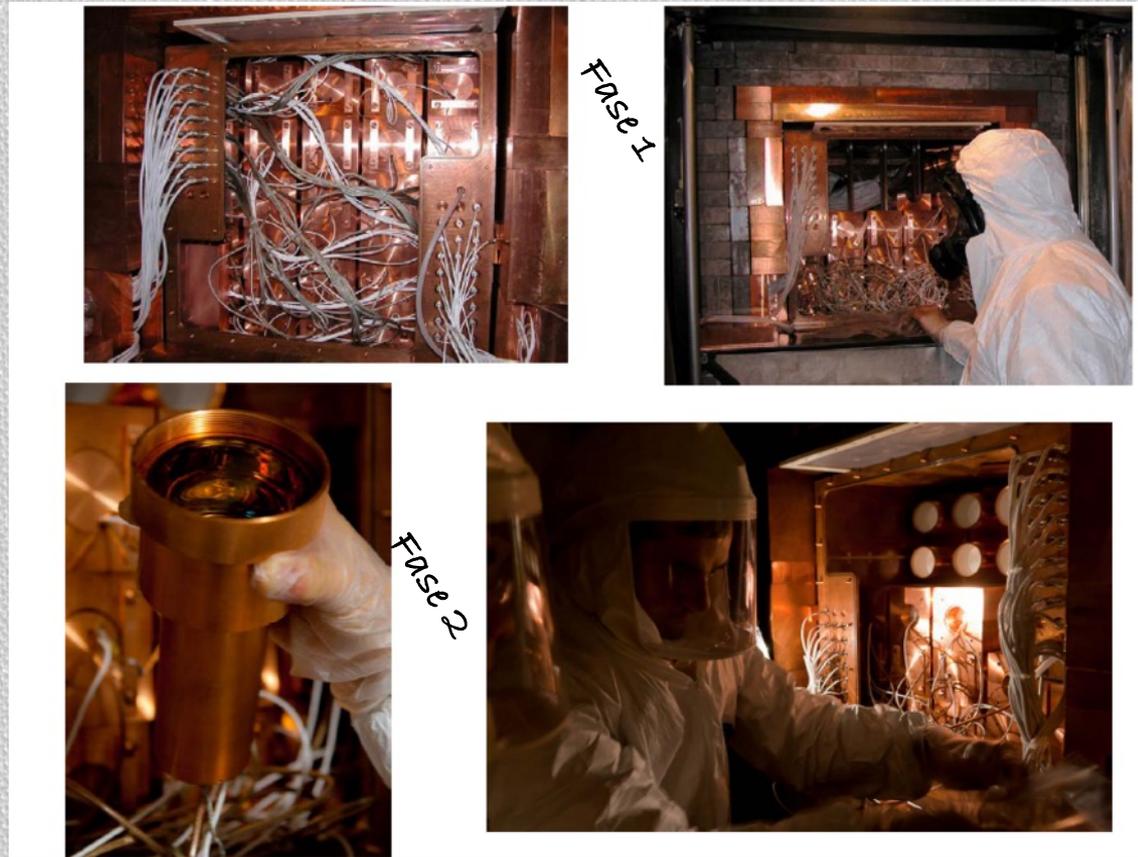


bottom
No. 3 No. 2 No. 1 the growth cone

Investigazione sulla Materia Oscura di natura particellare

- vantaggi nella scelta della targhetta-rivelatore
- Rivelatori unici per materiali selezionati, purificazione, metodo di crescita e protocolli di assemblaggio e manipolazione.
- Sfruttare la marcatura indipendente da modelli della modulazione annuale del segnale di materia Oscura, che richiede la soddisfazione di molte peculiari proprietà.
- Ha studiato anche altre diverse metodologie meno distintive o al secondo ordine ed elaborato vari studi fenomenologici
- Innovativo nello sviluppo di metodologie hardware e software

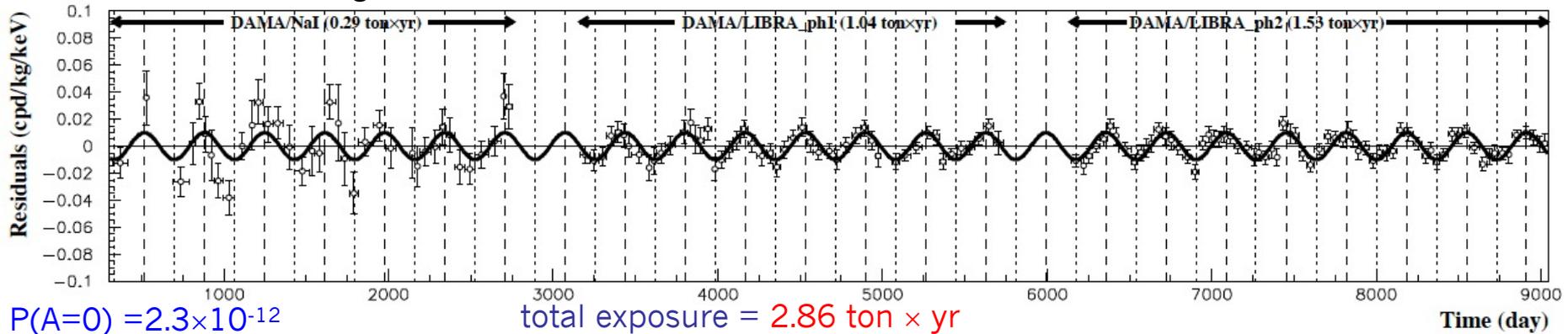
Installando fasi di DAMA/LIBRA



Ora in misura DAMA/LIBRA-phase2 empowered con soglia energetica software sotto 1 keV

Eventi di singolo hit

2-6 keV



- Molteplici analisi diverse e indipendenti danno risultati del tutto consistenti
- Tutte le molte peculiarità della marcatura sono soddisfatte
- Nessuna sistematica o reazione in concorrenza capace di mimare la marcatura
- Risultato compatibile con molti diversi scenari fenomenologici

Esposizioni maggiori e soglia software inferiore aumentano la sensibilità e permettono una più precisa determinazione dei parametri e, quindi, di investigare ulteriormente:

- La natura delle particelle di Materia Oscura
- Possibili effetti diurni col tempo siderale
- Modelli astrofisici

running

Mi piace ricordare:

- il lavoro dedicato e competente di tutti i membri DAMA italiani e stranieri.
- In particolare, P. Belli, primo dirigente di ricerca sperimentale della sezione INFN Roma Tor Vergata, e ora corresponsabile nazionale di DAMA e A. Incicchitti, dirigente di ricerca presso la sezione INFN La Sapienza, responsabile locale di DAMA, e ora anche consulente scientifico presso il Consolato Generale d'Italia a Huston, Usa.

Molti i risultati raggiunti e molti raggiungibili nel prossimo futuro

Molti studenti introdotti alla ricerca e all'insegnamento, e ora in varie attività e istituzioni.

Tra i colleghi più anziani con collaborazione diretta per periodi più lunghi, ricordo L. Paoluzi (per circa 25 anni) e D. Prosperì (per circa 30 anni).

Infine mi piace ricordare mio marito S. d'Angelo scomparso nel 2015, e la sua illuminante e distaccata ironia

Tutti noi, e gran parte delle nostre vite, siamo legati all'INFN e - in un certo senso - tutti insieme siamo l'INFN ciascun magari come un pur piccolo/piccolissimo mattone in una grande e bella costruzione, che il futuro completerà.