

Fisica Nucleare – Gruppo 3

P. Antonioli

(in sostituzione di E. Scapparone)

Esperimenti e gruppi di ricerca affidenti a gruppo 3

- **nucl-ex** (@Legnaro / LNS + Ganil → studio reazioni nucleari a 10-100 A MeV)
- **n_TOF** (@ CERN) reazioni catt. neutronica
- **FAMU** (@RAL → RIKEN) atomi muonici
- **AEGIS** (@CERN/AD) misura gravità su antimateria
- **ALICE** (@ LHC / urto ioni pesanti → studio QGP)



9/Jul/15



AEGIS

Assemblea di Sezione - Gr. 3



Sede	Ricercatori	Tecnologi	FTE
Legnaro	7	1	4.7
Padova	1		1
Bologna	3	1	2.8
Firenze	10		9.3
Napoli	8	1	6
Catania	3		1

Due linee di ricerca principali:

- ✓ SPES dinamica delle reazioni nucleari in prospettiva di SPES (Clustering, pre-equilibrio, isospin).
- ✓ FAZIA attività energie intermedie (LNS, GANIL)

Collaborazioni internazionali:

Europa: GANIL, LPC, IPNO, KU Leuven, Nevsehir Univ
 India: BARC (Mumbai)

30 Ricercatori (24 FTE)

Rappresentanti Nazionali: S. Barlini (FI), L. Morelli (BO)

Bologna 5 ricercatori 2,1 FTE

RICHIESTE 2016 – complessive 480 k€

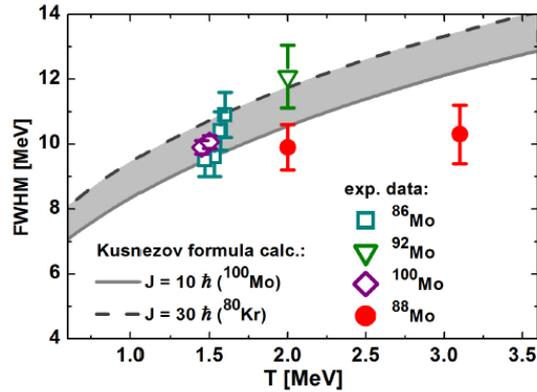
CAPITOLO	BO (2016)
MISSIONI	26 k€
CONSUMO	5,5 k€
MANUTENZIONE	2 k€
APPARATI	48 k€
TOTALE	81,5 k€

Servizio	FTE	
Elettronica	0,1	Collaborazione sez. FI
Servizio Tecnico Generale	0,3	Prove rivelatori in lab. Assistenza preparazione misure LNL
Officina Meccanica	0,3	Lavorazioni per Fazia, Actar e apparati Legnaro
Progettazione meccanica	0,5	Apparati Fazia, Actar e LNL
Calcolo e reti	0,2	assistenza per i disk servers ed i computers del gruppo

GARFIELD + Phoswich wall + HECTOR (BaF₂ array)

M. Ciemala et al. - Phys. Rev. C 91, 054313 (2015)

Saturazione della larghezza della GDR con la temperatura nucleare



- M. Ciemala et al. *Phys. Rev. C* **91**, 054313 (2015)
- A.J. Kordyasz et al. *Eur. Phys. J. A* **51**, 15 (2015) (FAZIA)
- A. Giaz et al. *Phys. Rev. C* **90**, 014609 (2014) (GARFIELD +HECTOR)
- L. Morelli et al. *EPJ conf* **88** (2015)
- D. Fabris et al. *Acta Physica Pol. B* **46** (2015) 447
- L. Morelli et al. *JOP G* **41** (2014) 075107
- L. Morelli et al. *JOP G* **41** (2014) 075108
- G. Pasquali et al. *EPJA* **50** (2014) 86

In fase di invio per pubblicazione:

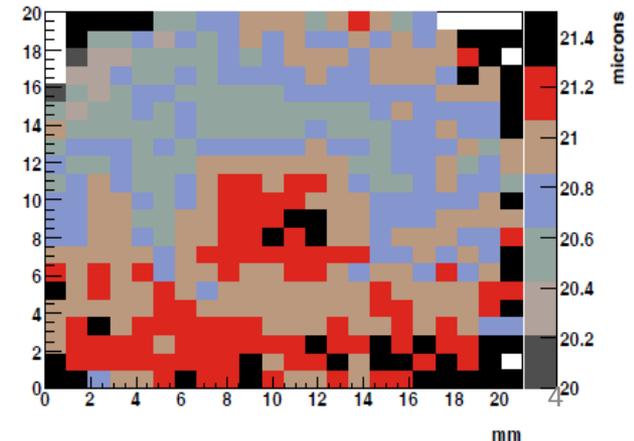
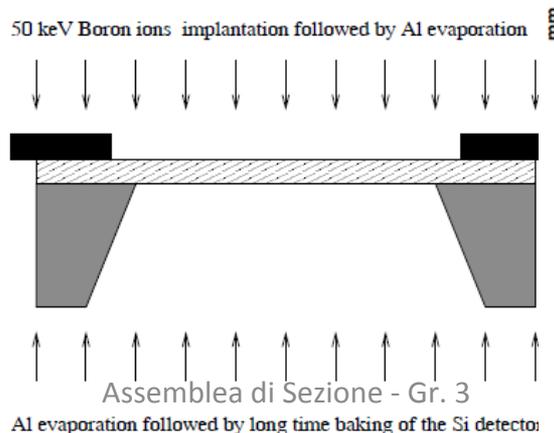
- S. Appannababu et al. (dati RIPEN) - Study of Mass, Total Kinetic energy and Neutron Multiplicity Correlations in the binary fragmentation of 50Ti + 208Pb at 294 MeV bombarding energy
- S. Valdrè et al (dati GARFIELD + Phoswich wall + HECTOR) *Phys. Rev. C* - Decay of excited 88Mo nucleus in fusion-evaporation and fusion-fission reactions
- L. Morelli et al (dati GARFIELD + RCo) 12C → α + α + α reaction

A.Kordyasz et al. - Low-temperature technique of thin silicon ion implanted epitaxial detectors

Eur. Phys. J. A (2015) 51:15

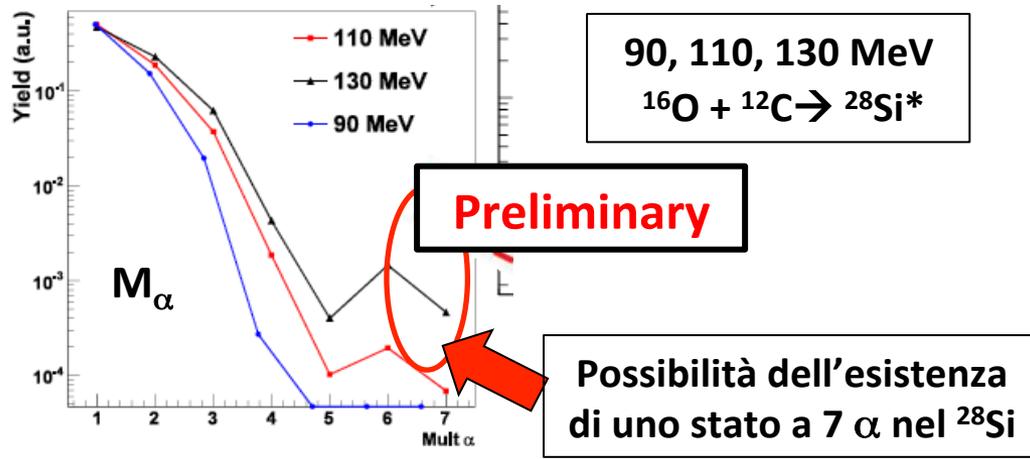
Nuova tecnica per la costruzione di rivelatori molto sottili (20 μm) per l'utilizzo dell'apparato Fazia a basse energie.

9/Jul/15

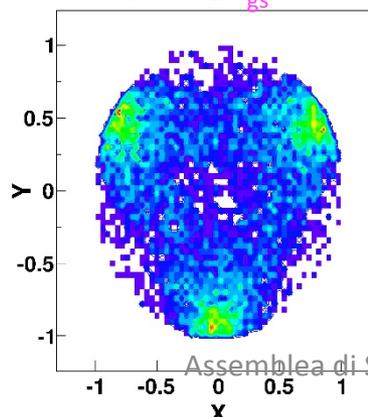
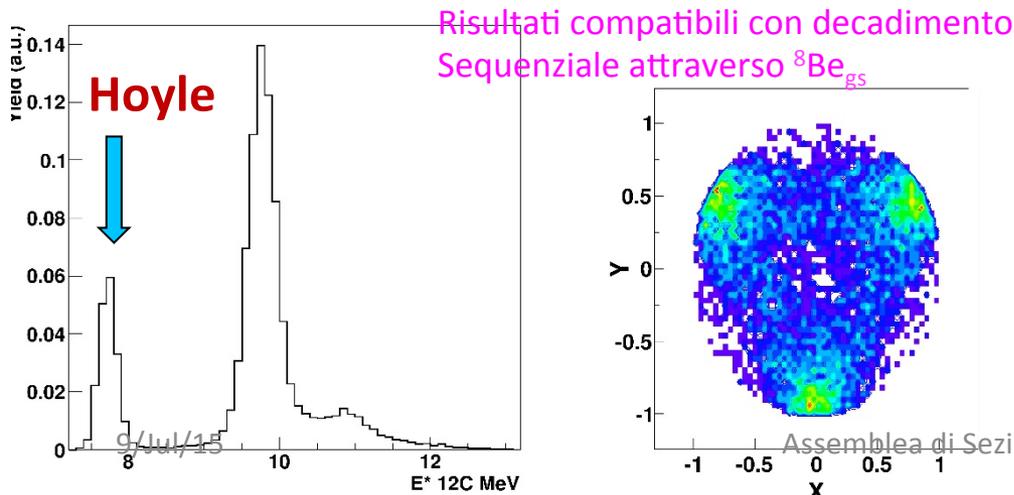


GARFIELD +RCo: Attività sperimentale 2014-2015

Campagna DELIGHT: *Studio del clustering nei nuclei leggeri N=Z tramite reazioni di fusione-evaporazione (10 giorni di beam time marzo 2015)*

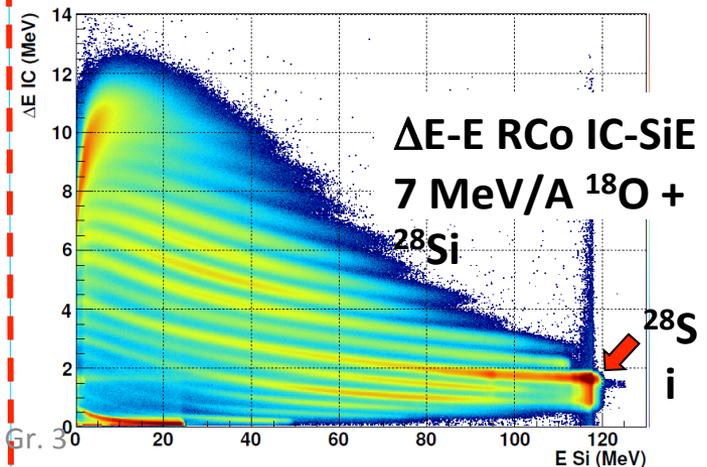


Studio dello stato di Hoyle nel decadimento del ^{12}C



Campagna ACLUST: *Studio del clustering nei nuclei attraverso lo studio dell'emissione di pre-equilibrio di particelle cariche (14 giorni di beam time maggio – giugno 2015)*

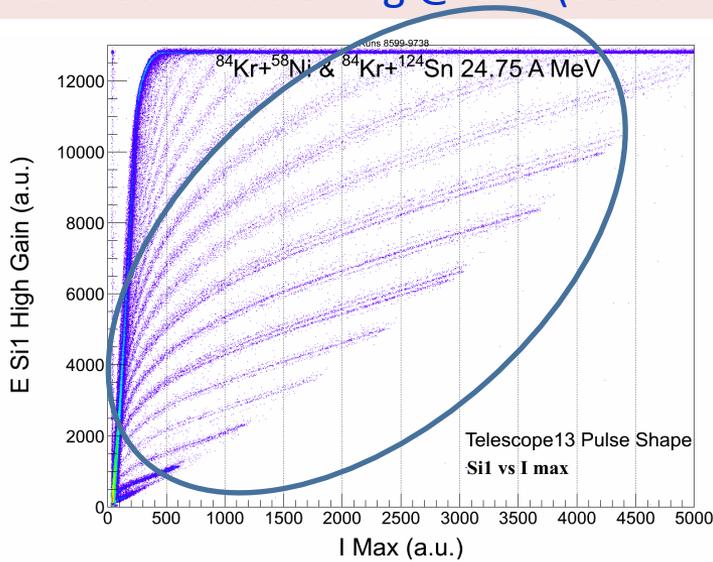
Projectile	Target	Energy (MeV/A)
^{16}O	^{30}Si	7
^{16}O	^{30}Si	8
^{18}O	^{28}Si	7
^{19}F	^{27}Al	7



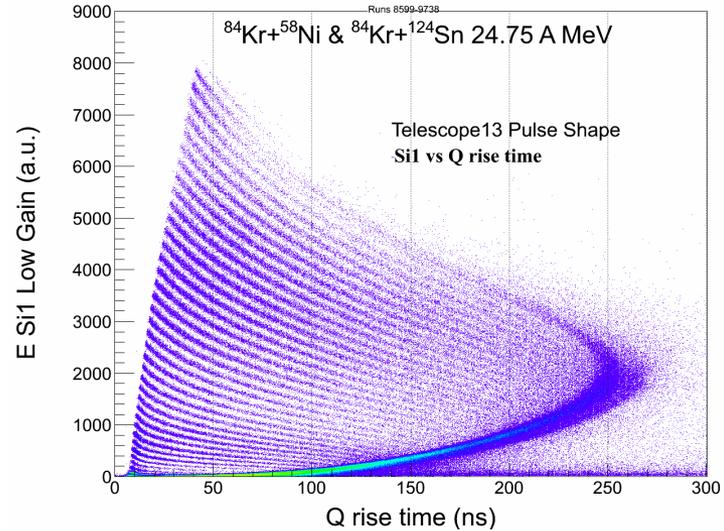


FAZIA: Attività sperimentale 2014-2015

FAZIA Commissioning @ LNS (December 2014): Masses on particles stopped in the first Silicon!



PSA on current signal

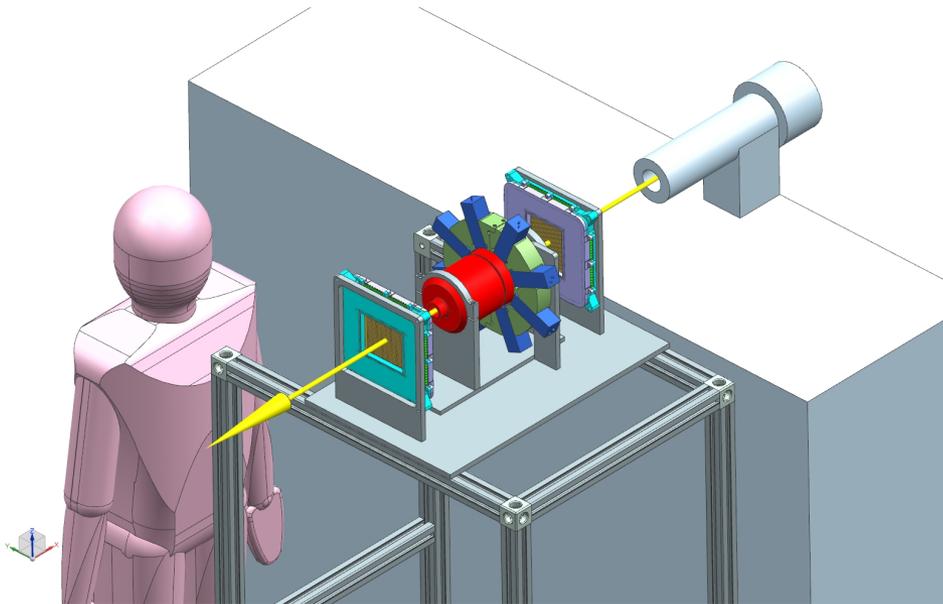


PSA on charge signal

E anche: (June 2015!) con apparato migliorato:

Beam time @ LNS (June 2015): Role of isospin diffusion on Quasi-Projectile sequential fission
 $^{84}\text{Kr}+^{40,48}\text{Ca}$ @35 A MeV

+ collaborazione a GANIL con progetto ACTER (TPC) (test a LNL quest'anno con anche uso fondi europei) in prospettiva $^{134}\text{Sn}(d,p)^{135}\text{Sn}$ @ SPES



RAL

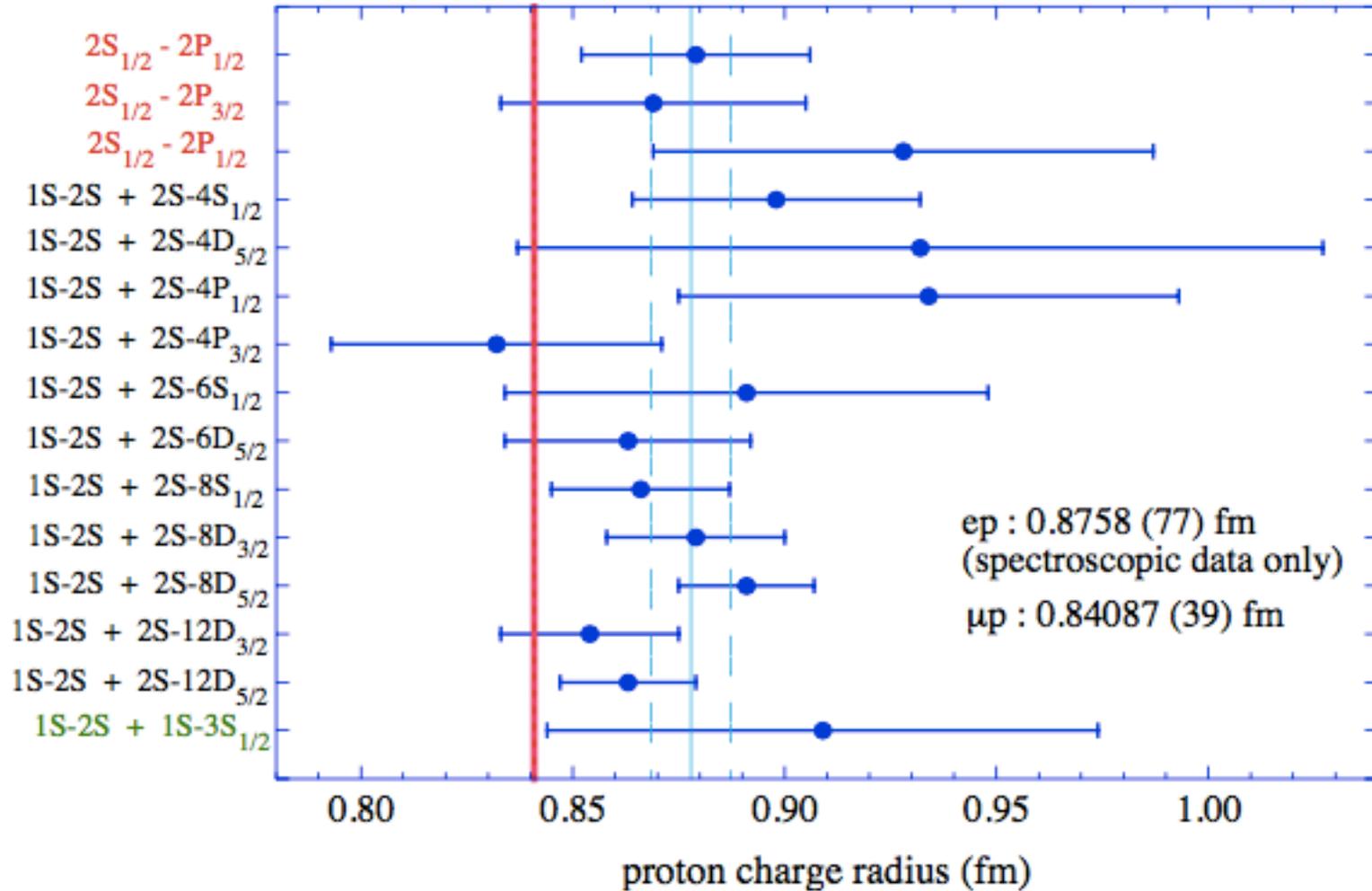


Misura della variazione del tasso di trasferimento dei muoni in una mistura di H_2 e un gas più pesante (candidati: O, Ne, Ar, CO_2 , C_2H_6 , ...) nella regione epitermica $E \sim 0.1$ eV, scegliendo i candidati che producono i raggi X più appropriati e confrontando i risultati con i modelli teorici

Finalità: *Proton Size Puzzle* [A. Antognini, F. Nez, K. Schuhmann, et al., *Science* 339, 417 (2013)].



The proton radius puzzle, C.E. Carlson arXiv:1502.0531



9/Jul/15 Discrepanza 4% tra raggio misurato con idrogeno ordinario e muonico (7σ effect) 8

Esperimento FAMU

Fisica degli Atomi Muonici



IASF-Bo

**Claudio Labanti
Gianluca
Morgante
Martino Marisaldi
Fabio Fuschino
Riccardo
Campana**

INFN Bologna

**Giuseppe Baldazzi
Ignazio D'Antone
Mirco Zuffa
Stefano Meneghini
Luigi Pio Rignanese
Antonio Sbrizzi
Marco Bruschi**

Collaborazione internazionale comprendente RAL (UK) e RIKEN (JP).
FTE: ricercatori 2.2, tecnologi 0.3
Richieste: 0.1 FTE di officina meccanica; 0.6 FTE Laboratorio di elettronica.



Programma e responsabilità @ Bologna

Nov **2015** misure preliminari a RAL (Oxford)

Bologna →

- sistema di rivelazione costituito da 12 scintillatori di LaBr_3 accoppiati con fotomoltiplicatori ultra quantum efficiency Hamamatsu.
- Elettronica di acquisizione basata su di un DPP da 500MS/s realizzato appositamente e dotato di FPGA con firmware per la spettrometria.

2016

Bologna →

- realizzazione di un'altra corona di rivelatori per il readout e il trattamento digitale dei dati.
- Collaborazione con Trieste per lo sviluppo del sistema LASER (per indurre transizioni di livello idrogeno muonico → misura livelli → misura proton size

Entro il **2017** Misure con un primo sistema target-LASER-rivelatore completo.
Seguirà il trasferimento dell'esperimento all'acceleratore di RIKEN (JP).

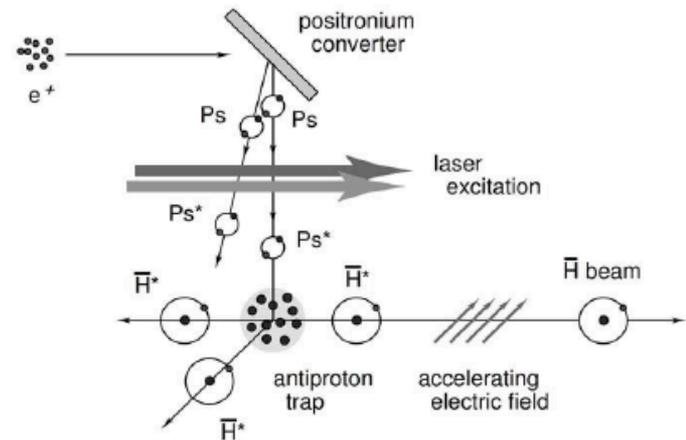
Antimatter Experiment: Gravity Interferometry and Spectroscopy

Esperimento ideato per misurare effetto forza gravitazionale su antimateria (atomi di anti-idrogeno eccitati) → equivalenza attesa ma non provata!

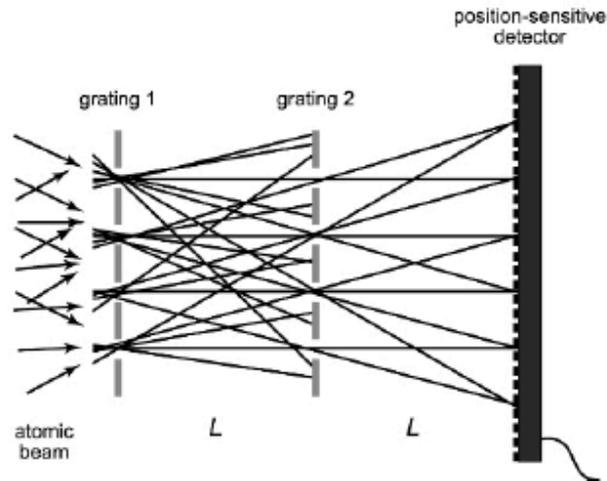
Partecipazione individuale di M. Prevedelli (0.5 FTE)
Nessuna richiesta

- Aegis punta a misurare l'accelerazione di gravità g su antiidrogeno con $\Delta g/g = 1\%$.
- Lo schema di formazione di un fascio di antiidrogeno collimato è piuttosto complicato

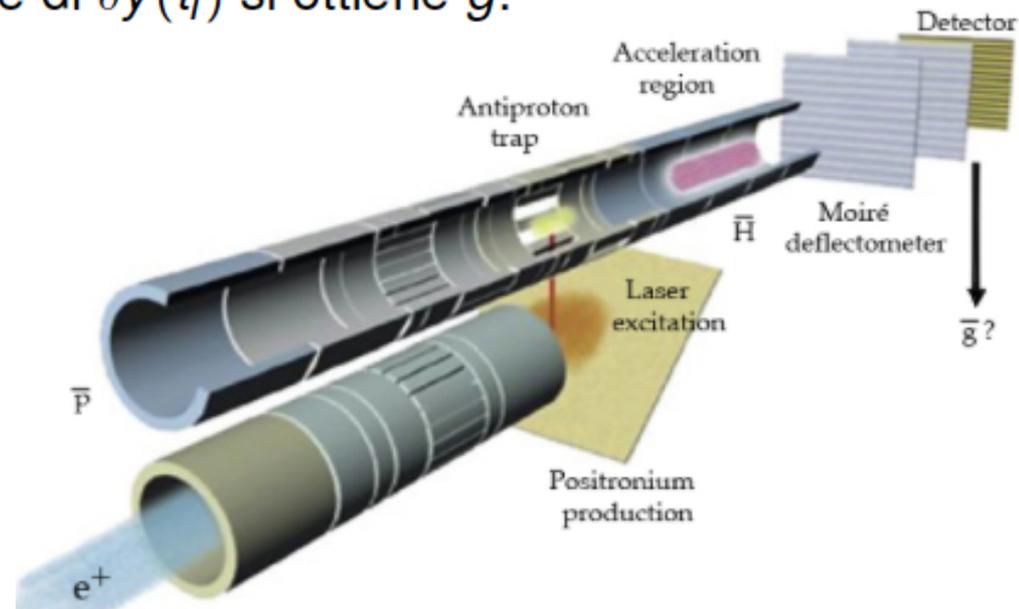
supporto a Genova su elettronica e in particolare sul laser per eccitazione positronio



- Il fascio di \bar{H}^* viene accelerato da un campo elettrico ed entra in un deflettometro di Moiré

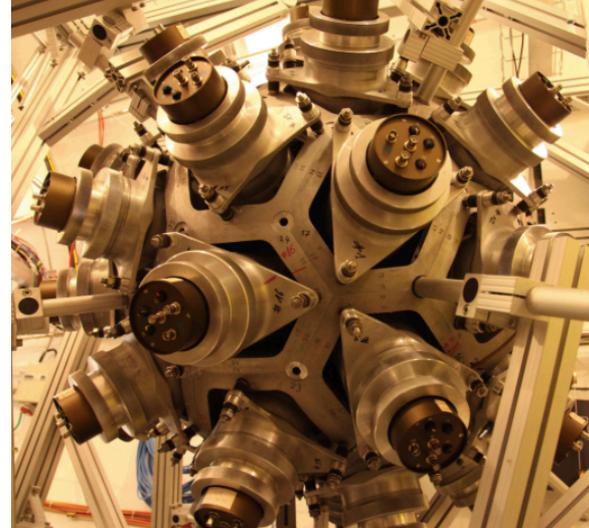


- Dalle misura dei tempi di volo t_i e di $\delta y(t_i)$ si ottiene g .





n_TOF Bologna



Donato M. Castelluccio^{1,2}, Giulia Clai^{1,2},
Sergio Lo Meo^{1,2}, Cristian Massimi^{1,3},
Alberto Mengoni¹, Federica Mingrone¹,
Gianni Vannini^{1,3}, Alberto Ventura¹

¹ INFN Section of Bologna (Italy)

² ENEA Research Centre of Bologna (Italy)

³ Physics and Astronomy Dept. Alma Mater Studiorum – University of Bologna (Italy)

4.0 FTE

Fasci utilizzati: Neutroni di energia fra 1 eV e 250 MeV, prodotti per spallazione di protoni da 20 GeV/c dall'acceleratore PS su un bersaglio di Piombo. Aggiunta nuova linea di più alta intensità

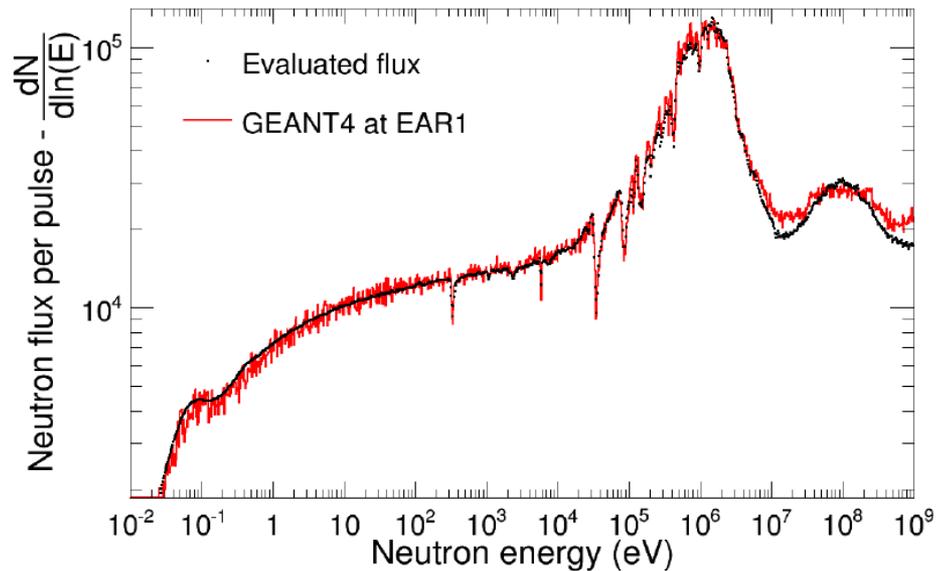
- misura di sezioni d'urto di cattura (n, γ) di interesse per la nucleosintesi stellare (elementi sopra il Fe) e nucleosintesi cosmologica
- misura di sezione d'urto di reazioni necessarie per la progettazione di sistemi con acceleratori (ADS) per l'incenerimento di scorie radioattive e per la produzione di energia

neutron time of flight \rightarrow energia neutrone

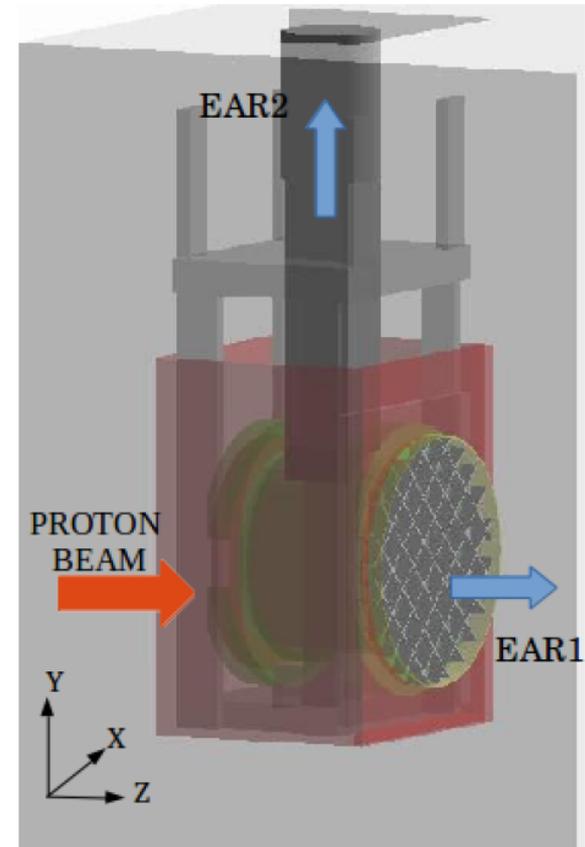
Nessuna richiesta a servizi

Simulazioni GEANT4

SIMULATED NEUTRON FLUX



Simulation performed by using computer clusters (TIER3) of INFN, CNAF and University of Bologna.

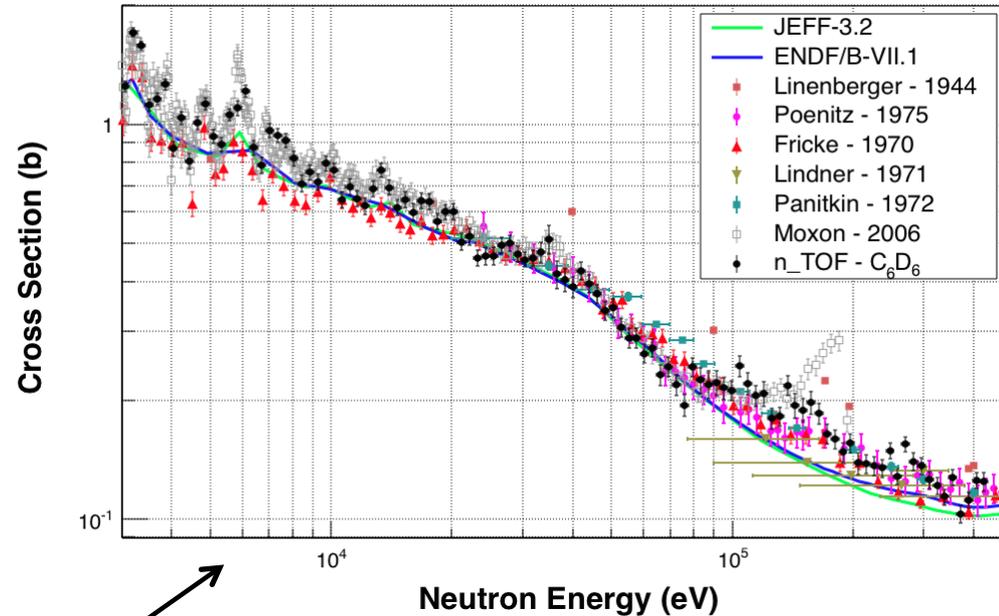
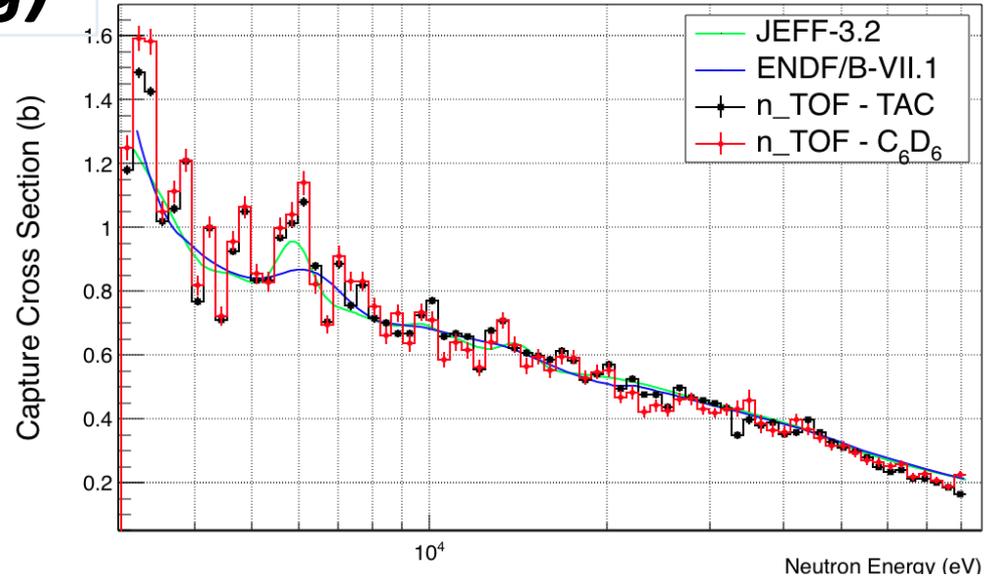
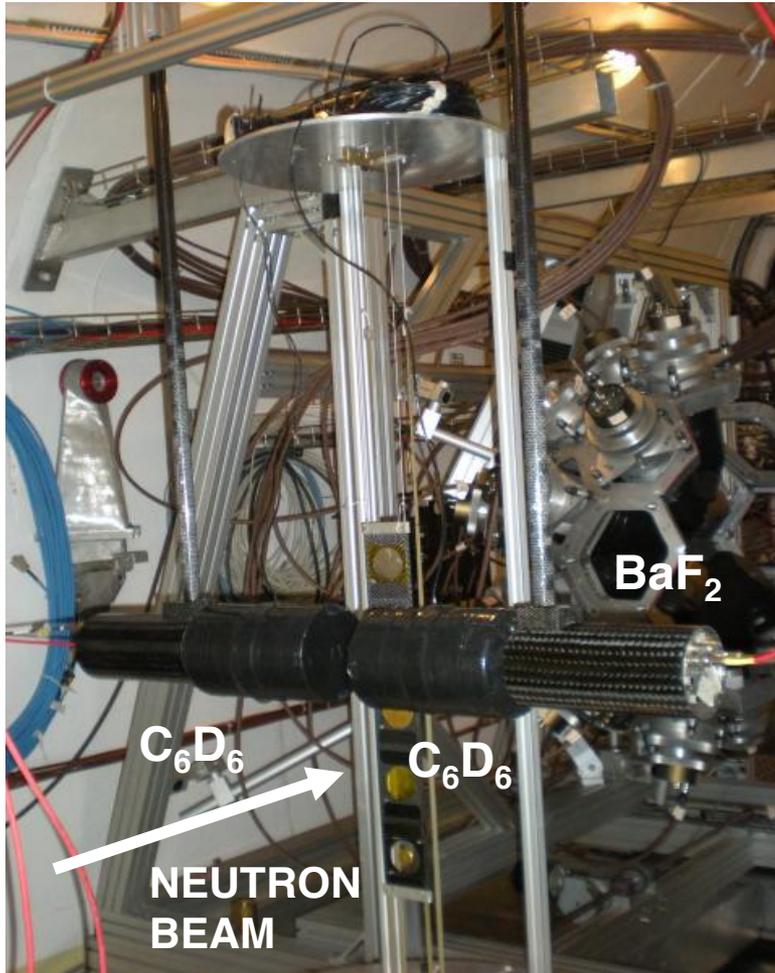


GEANT4 SETUP

Le simulazioni hanno portato a:

S. Lo Meo, C. Massimi et al. <<GEANT4 simulations of the n TOF spallation source and their Validation >> to be submitted to EPJ A

$^{238}\text{U}(n,g)$



F. Migrone (INFN Bo), C. Massimi (INFN Bo) stanno completando l'articolo da sottomettere

Proposal INFN Bologna

Approved by ISOLDE N_TOF COMMITTEE (CERN) 1 – 2/07/2015

EUROPEAN ORGANIZATION FOR NUCLEAR RESEARCH

Proposal to the ISOLDE and Neutron Time-of-Flight Committee

Measurement of the neutron capture cross section for ^{155}Gd and ^{157}Gd for Nuclear Technology

May 5, 2015

Sergio Lo Meo^{1,2}, Cristian Massimi^{2,3},
Massimo Barbagallo⁴, Donato Maurizio Castelluccio^{1,2}, Nicola Colonna⁴,
Antonio Guglielmelli¹, Mario Mastromarco⁴, Federica Mingrone²,
Federico Rocchi¹, Gianni Vannini^{2,3}

¹ENEA Research Centre E. Clementel, Via Martiri di Monte Sole 4 I-40129 Bologna (Italy)

²INFN Section of Bologna, Viale B. Pichat 6/2 I-40127 Bologna (Italy)

³Physics and Astronomy Dept. Alma Mater Studiorum - University of Bologna, Via Imerio 46 I-40126 Bologna (Italy)

⁴INFN Section of Bari, Via E. Orabona 4 I-70125 Bari (Italy)

Spokespersons:

Sergio Lo Meo (sergio.lomeo@enea.it)
Cristian Massimi (cristian.massimi@bo.infn.it)

Technical coordinator:

Oliver Aberle (oliver.aberle@cern.ch)

Abstract: We propose to measure the neutron capture cross-section of ^{155}Gd and ^{157}Gd from thermal to 1 MeV neutron energy. The main motivation is related to the need of accurate data for applications to nuclear reactors, but new data could also be useful for recent developments in Neutron Capture Therapy, and for new detector concepts in neutrino research. The measurement should be performed in EAR-1 with cutting edge C_6D_6 detectors specifically designed for n_TOF. Since the cross section of these two isotopes changes by orders of magnitude as a function of neutron energy, two highly-enriched samples for each isotope will be measured: a very thin one up to 100 meV, and a thicker one for cross section determination above 100 meV.

9/Jul/15

Tecnologia Nucleare

EUROPEAN ORGANIZATION FOR NUCLEAR RESEARCH

Proposal to the ISOLDE and Neutron Time-of-Flight Committee

Measurement of the neutron capture cross section of gadolinium even isotopes relevant to Nuclear Astrophysics

May 5, 2015

Cristian Massimi^{1,2}, Federica Mingrone¹, Sergio Cristallo³, Donato Maurizio Castelluccio^{1,4}, Nicola Colonna⁵, Sergio Lo Meo^{1,4}, Gianni Vannini^{1,2}

¹INFN Section of Bologna, Viale B. Pichat 6/2 I-40127 Bologna (Italy)

²Physics and Astronomy Dept. - University of Bologna, Via Imerio 46 I-40126 Bologna (Italy)

³INAF - Osservatorio Astronomico di Collurania, Via M. Maggini I-64100 TERAMO (Italy)

⁴ENEA Research Centre E. Clementel, Via Martiri di Monte Sole 4 I-40129 Bologna (Italy)

⁵INFN Section of Bari, Via E. Orabona 4 I-70125 Bari (Italy)

Spokespersons:

Cristian Massimi (massimi@bo.infn.it) and Federica Mingrone (mingrone@bo.infn.it)

Technical coordinator:

Oliver Aberle (oliver.aberle@cern.ch)

Abstract:

We propose to measure the neutron capture cross-section of the stable isotopes ^{152}Gd , ^{154}Gd , ^{156}Gd , ^{158}Gd and ^{160}Gd . This experiment aims at the improvement of existing data of interest for nuclear astrophysics. The measurement will be carried out under similar conditions of previous measurements successfully completed at n_TOF with an optimized detection set-up: a cutting edge detector especially designed for accurate (n,γ) measurement will be exploited in combination with a series of isotopically enriched samples. Concerning the correction related to isotopic impurities, we count on taking advantage of the result of the measurement on the $^{155}\text{Gd}(n,\gamma)$ and $^{157}\text{Gd}(n,\gamma)$, subject of a different proposal.

Astrofisica Nucleare

Assemblea di Sezione - Gr. 3

16

Articoli

n_TOF Collaboration, “*GEANT4 simulation of the neutron background of the C6 D6 set-up for capture studies at n_TOF*” Nucl. Instr. and Meth. A **760** (2014) 57–67

n_TOF Collaboration, “*Measurement of the $^{12}\text{C}(n,p)^{12}\text{B}$ cross section at n_TOF at CERN by in-beam activation analysis*” Physical Review C **90** (2014) 021601-1 021601-5

n_TOF Collaboration, “*Measurement and analysis of the ^{243}Am neutron capture cross section at n_TOF facility at CERN*” Physical Review C **90** (2014) 034608-1 034608-16

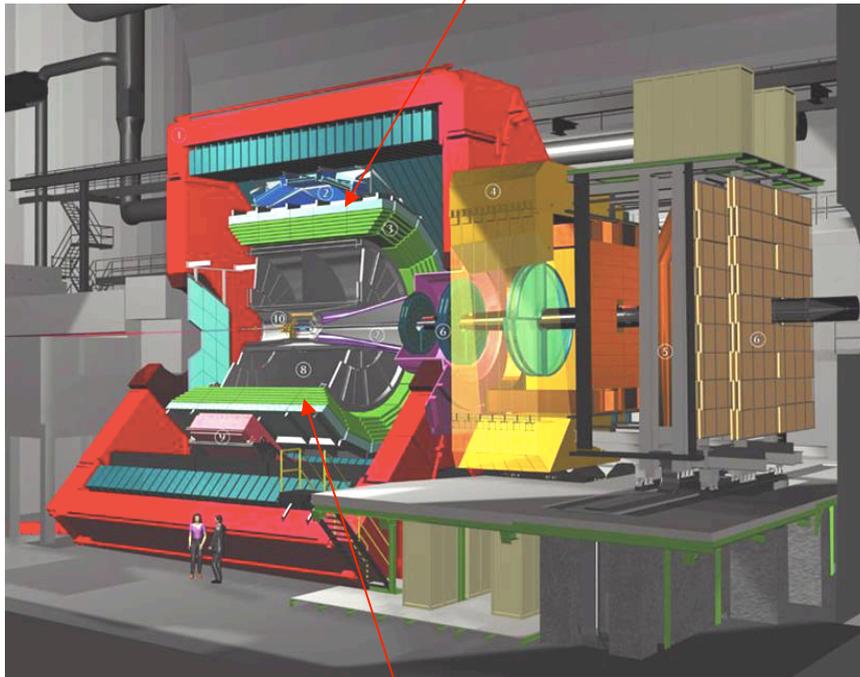
S. Lo Meo, D. Mancusi, C. Massimi, G. Vannini, A. Ventura, “*Fission induced by nucleons at intermediate energies*” Nuclear Physics A **993** (2015) 43 – 67

n_TOF Collaboration, “*High-accuracy determination of the $^{238}\text{U}/^{235}\text{U}$ fission cross section ratio up to ≈ 1 GeV at n_TOF at CERN*” Physical Review C **91** (2015) 024602-1 024602-11



ALICE

TOF



ITS

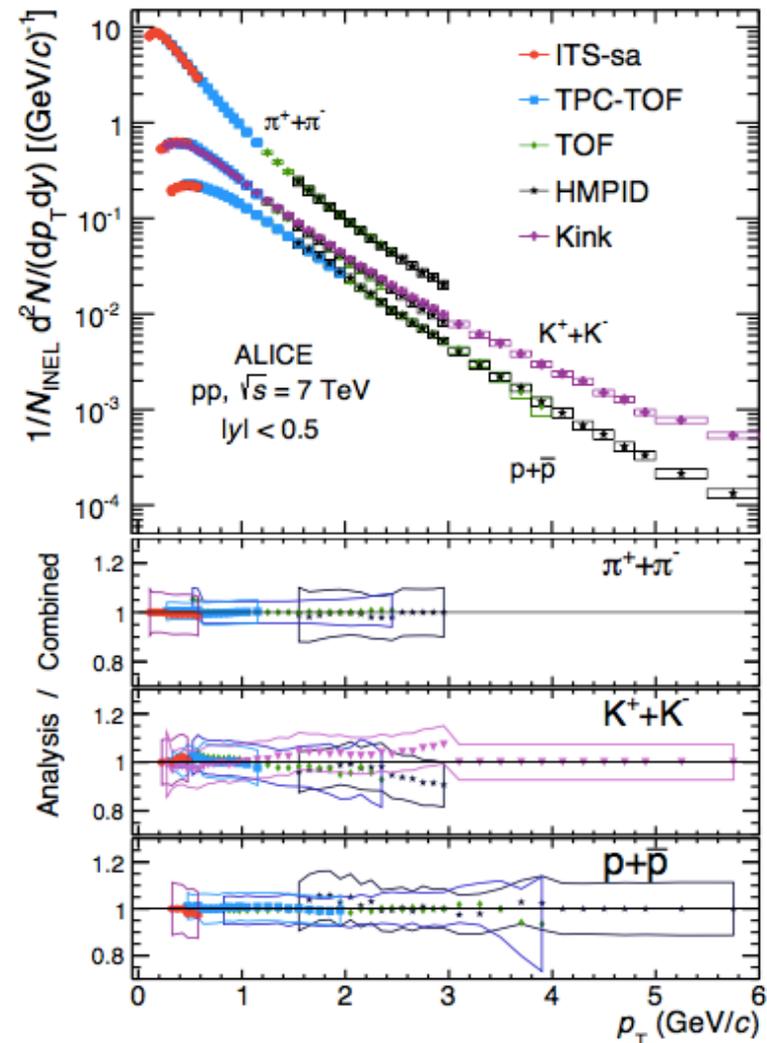
Studio Quark Gluon Plasma
→ urto ioni pesanti a LHC

A. Alici, P. Antonioli, G. Cara Romeo, F. Cindolo, D. Falchieri, D. Hatzifotiadou, A. Margotti, R. Nania, F. Noferini, O. Pinazza, A. Pesci, R. Preghenella, E. Scapparone, C. Williams, C. Zampolli, S. Arcelli, M. Basile, F. Bellini, F. Carnesecchi, L. Cifarelli, M. Colocci, B. Guerzoni, G. Scioli, A. Zichichi

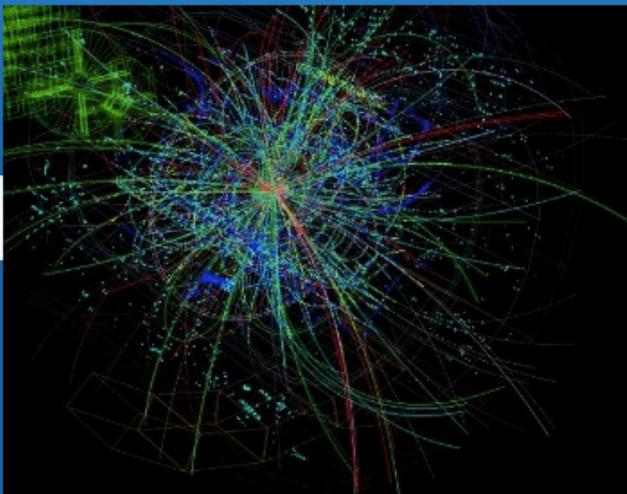
INFN / Università di Bologna / Centro Enrico Fermi
15.8 FTE nel 2016

Alcune pubblicazioni recenti “bolognesi”

- Measurement of pion, kaon and proton production in proton-proton collisions at $\sqrt{s}=7\text{TeV}$ EPJ C 75 (2015) 226 (B. Guerzoni)
 - $K^*(892)^0$ and $\Phi(1020)$ production in Pb-Pb collisions at $\sqrt{s_{NN}}=2.76\text{ TeV}$ Phys. Rev. C 91 (2015) 024609 (F. Bellini)
 - Elliptic flow of identified hadrons in Pb-Pb collisions at $\sqrt{s_{NN}}=2.76$ (accepted for publication in EPJC) (F. Noferini)
- + lavoro su differenze masse nuclei – anti-nuclei (M. Colocci) + PC @ Bo (F. Noferini, S. Arcelli, P.A.)
 → presentazione a EPS



+ responsabilità (2 membri Physics Board/PWG conveners, 1 Management Board, 3 PAG coordinators, 1 membro CC)



Incontro sulla fisica con ioni pesanti a LHC

26-27 May 2015 *Accademia delle Scienze*
Europe/Rome timezone

Overview

Programme

Timetable

Discussion inputs

... View my inputs

... Submit a new
discussion input

List of discussion inputs

Registration

... Registration Form

List of registrants

I risultati del RUN1 a LHC hanno permesso di studiare le caratteristiche del plasma prodotto in collisioni tra nuclei pesanti usando diverse variabili: flussi ellittici, spettri di particelle, fattore di modifica nucleare, correlazioni, jet quenching, produzione di heavy flavours...

Lo studio delle collisioni protone-nucleo e protone-protone hanno inaspettatamente messo in evidenza possibili effetti collettivi evidenziabili attraverso variabili legate alla molteplicità.

Le collisioni ultra-periferiche hanno rappresentato una sfida per gli esperimenti ed hanno fornito preziose informazioni sulle PDF dei nuclei.

Con il RUN2 ad LHC e con l'aumento di luminosità previsto per il RUN3 e RUN4 si aprono nuove possibilità di misura per meglio comprendere la QCD in queste condizioni estreme.

Questo incontro vuole rafforzare e stimolare la discussione fra fisici teorici e sperimentali italiani impegnati in questa fisica al fine di meglio definire gli obiettivi delle analisi e degli sviluppi teorici per i prossimi anni. L'incontro è organizzato in due mezze giornate, con interventi brevi (15-20 min) che possano aprire una ampia discussione su nuove/vecchie osservabili, nuovi modelli, nuova fisica. Ogni sessione sarà organizzata da due conveners che riceveranno anche le proposte per possibili contributi/domande/suggerimenti tramite la sezione di "Discussion Inputs" (scadenza 9 Maggio).

55 partecipanti e con gruppi teorici di varie realtà (Roma, Pisa, Catania, Torino, Trieste):
un successo!

9/July/15

Assemblea di Sezione - Gr. 3

Un grazie per supporto sezione!

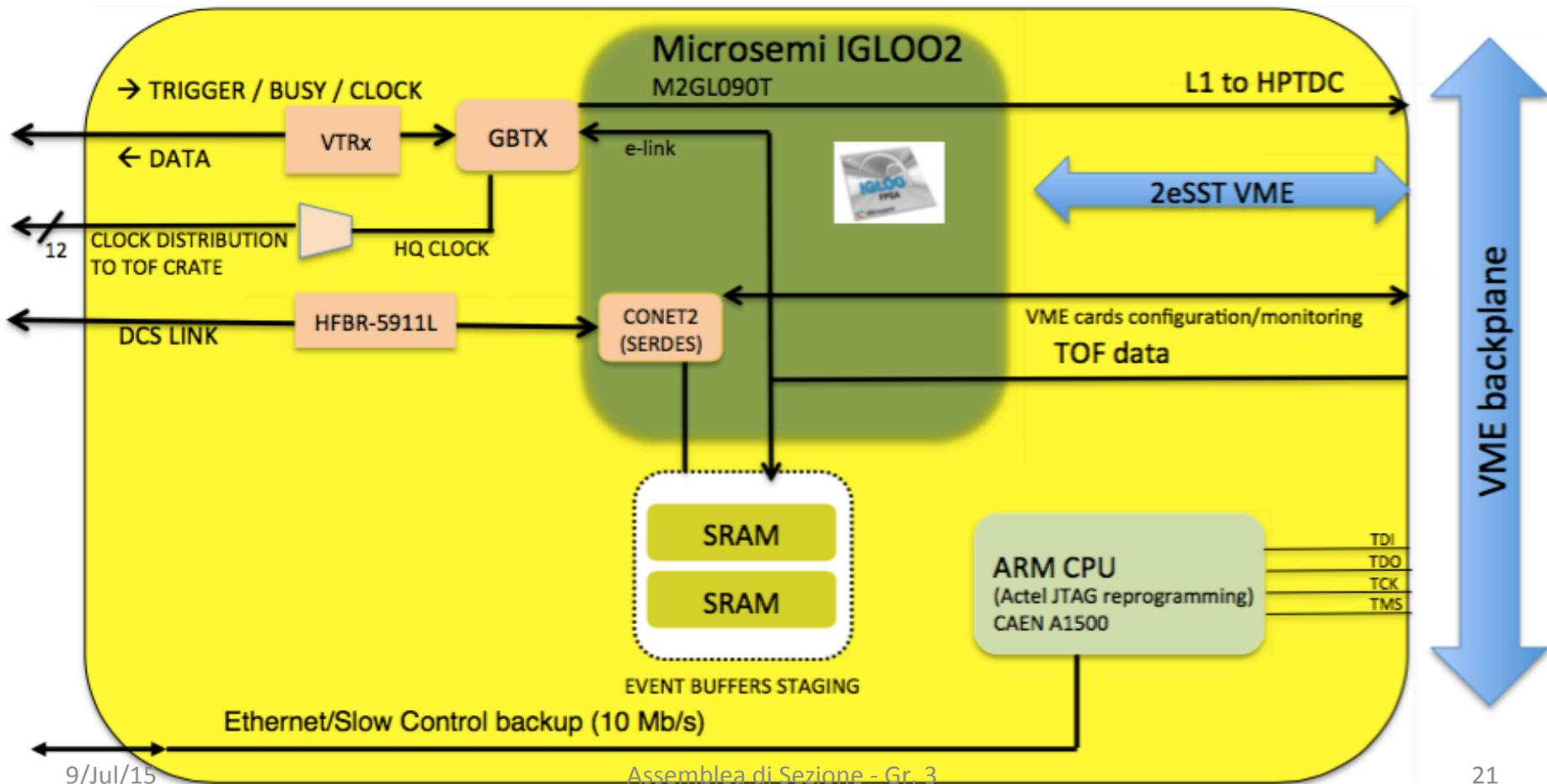
20



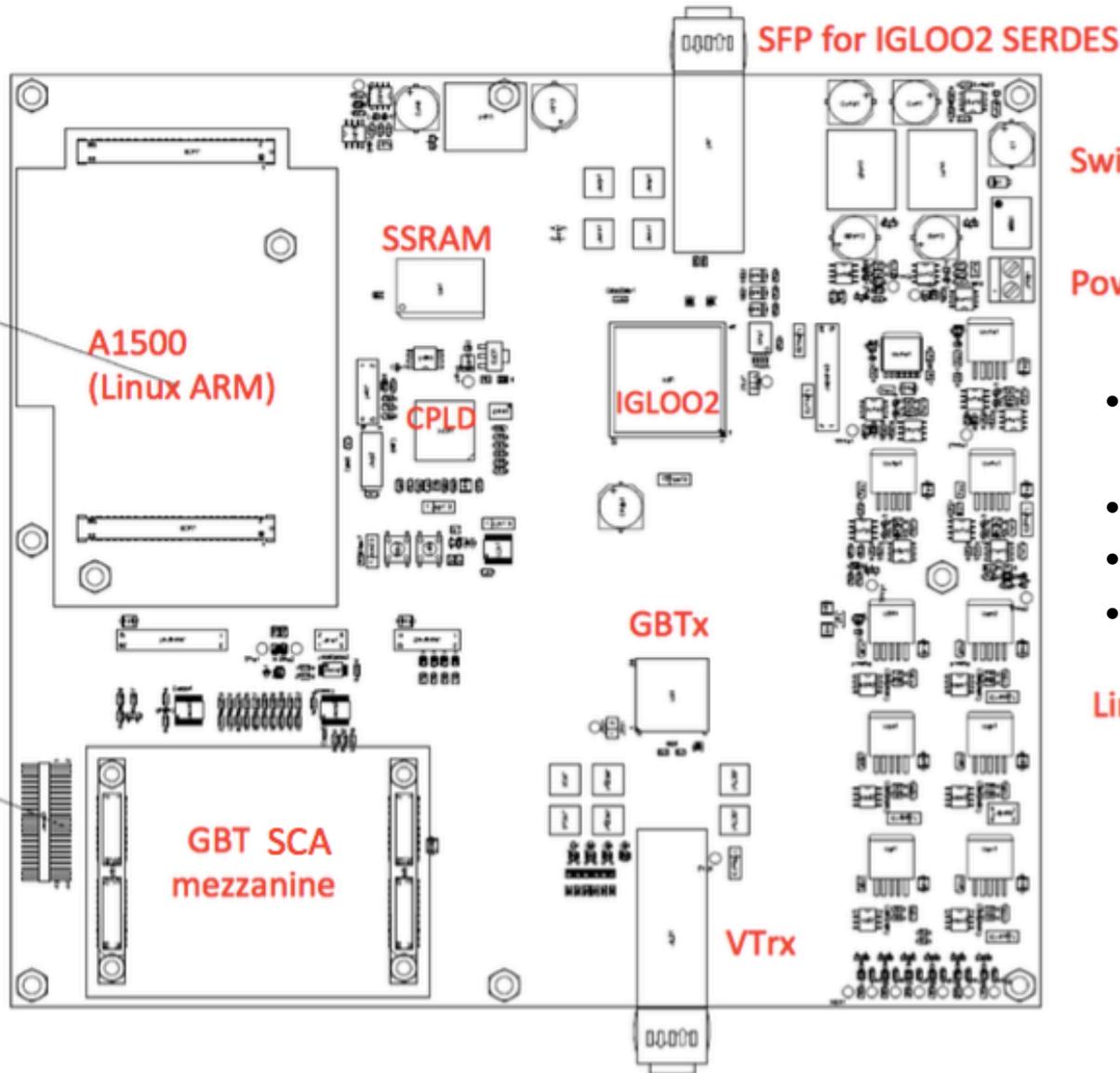
ALICE upgrade @ Bologna

upgrade di ALICE durante LS2 → 1) TPC con lettura via GEM 2) nuovo rivelatore vertice al silicio 3) upgrade readout

Per TOF: -→ rifacimento card VME master (80 in tutto)



Test card INFN - BO



Switching power supply

Power connector

- test link nuovi GBTX e SERDES via IGLOO2
- uso FPGA Microsemi
- routing terminato (Link Eng.)
- consegna in 15 gg

Linear power supply

[Falchieri/Baldanza]



Richieste

Lab. Elettronica: 15 MU

→ scheda DRM 2.0 : test prototipi, firmware, sviluppo validation test

Servizio Calcolo: 7 MU

→ DCS (Pinazza) + assistenza cluster Linux

STG: 4 MU

→ movimentazione moduli

→ interventi di riparazione

Riflessioni personali

- Presenza in 6 laboratori (CERN (LHC AD PS), RAL, RIKEN, LNL, LNS, GANIL) → ricchezza
- INFN lavora con UniBo (non è una sorpresa) ma anche con.... ENEA, IASF (INAF), Centro Fermi → ricchezza
- nel gruppo 3 contributi a volte piccoli ma tecnologicamente interessanti e in esperimenti di fisica fondamentale (AEGIS/FAMU) o anche applicata (n_TOF) → da valorizzare
- nelle rispettive collaborazioni Bologna ha ottimo posizionamento

Alcune realtà magari meno note o lavori specifici portati avanti da gruppi di Bologna potrebbero essere fatti conoscere di più (candidati per aperitivi scientifici....?)

