

## A1 Titolo dell'attività di ricerca

Fisica Nucleare Teorica

## A2 Responsabile

*(aggiungere eventuale referente del Dipartimento se il Responsabile non è un afferente ad esso)*

Responsabile Angela Gargano (INFN)  
Referente per il Dip. Francesco Andreozzi

## A3 Personale Dipartimento di Fisica (Professori e Ricercatori)

Prof. Ordinari: 0  
Prof. Associati: Francesco Andreozzi  
Ricercatori universitari: Antonio Porrino  
RTDA: 0  
RTDB: 0

## A4 Collaborazioni con altri enti

INFN University of Idaho, Moscow; SUNY, Stony Brook; University of Washington, Seattle; Charles University, Praga, Czech Republic; Université Paris-Sud, Orsay, Francia; Universidad Autonoma, Madrid, Spain; GSI, Darmstadt, Germany; INFN e LNS Catania; INFN e LNL Padova; Università di Pisa; Università di Milano

## A5 Personale strutturato ricercatore o tecnologo altri enti convenzionati

Angela Gargano (Primo Ricercatore-INFN)  
Luigi Coraggio (Ricercatore-INFN)

## A6 Altro personale di ricerca (Assegnisti, Borsisti)

Assegnisti: Luca De Angelis INFN a partire da luglio 2016  
Borsisti Post-doc: Tokuru Fukui INFN da settembre 2016

## A7 Dottorandi di Ricerca

Giovanni De Gregorio

## B1 Breve descrizione della linea di ricerca

*(max 1000 caratteri)*

Nell'ultimo ventennio, c'è stato un notevole progresso nello studio e comprensione del nucleo atomico, e questo grazie ai risultati ottenuti sia in ambito sperimentale che teorico. Da una parte, i dati acquisiti per nuclei lontani dalla linea di stabilità, i cosiddetti nuclei "esotici", hanno fornito nuove e importanti informazioni. Dall'altra, un grande sforzo è stato indirizzato verso lo sviluppo di modelli/metodi predittivi microscopici e di interazioni derivate nell'ambito della teoria perturbativa chirale, che soddisfano le simmetrie della QCD.

L'attività di ricerca del gruppo copre vari temi di attualità nel campo della struttura nucleare teorica e viene svolta all'interno di varie collaborazioni internazionali con gruppi teorici e sperimentali.

Le linee principali sono qui sintetizzate:

1. Forze nucleari e "modello a shell realistico", con interazione efficace di modello a shell derivata dalla forza nucleare fra nucleoni liberi mediante teorie perturbative. Studio delle proprietà spettroscopiche di nuclei esotici .
2. Sviluppo di un metodo delle equazioni del moto per fononi (EMPM) e studio di moti collettivi.
3. Sviluppo di un nuovo algoritmo per calcoli di modello a shell su larga scala.

## **B2 Descrizione attività svolta nel triennio 2014-2016**

*(max 2000 caratteri)*

L'attività di ricerca nel triennio ha riguardo essenzialmente i seguenti punti:

1. Sviluppo di un nuovo approccio per ridurre la complessità dei calcoli realistici di modello a shell su larga scala. Il metodo è stato applicato con successo allo studio delle catene isotopiche pari-pari con  $Z>38, N>50$ , includendo esplicitamente le  $Z=50$  cross-shell eccitazioni protoniche
2. Studio, nell'ambito del modello a shell realistico, di varie regioni della carta dei nuclidi, con calcolo di spettri energetici, proprietà elettromagnetiche e ampiezze di trasferimento. Questi studi sono stati condotti in collaborazione con diversi gruppi sperimentali per l'interpretazione di dati ottenuti in recenti esperimenti presso laboratori nazionali e internazionali, come RIKEN in Giappone, ISOLDE al CERN; LNS a Catania, e ANL o MSU in USA.
4. Analisi delle proprietà dei potenziali chirali a 2 e 3 corpi nella materia nucleare infinita nell'ambito della teoria perturbativa, per valutare la dipendenza dell'energia dalla scala del cutoff e dalle funzioni regolatrici come anche dal diagramma particella-buco al terzo ordine.
5. Studio delle transizioni di Gamow-Teller e dell'elemento di matrice nucleare nel doppio decadimento con neutrini nell'ambito del modello a shell realistico per Te-130 e Xe-136.
5. Facendo uso del metodo EMPM è stata studiata l'energia di correlazione nello stato fondamentale di He-4 e O-16; il metodo EMPM è stato esteso alla descrizione dei nuclei dispari e applicato al nucleo O-17, facendo uso di potenziali chirali
6. Calcolo della risposta di dipolo in nuclei ricchi di neutroni nell'ambito delle approssimazioni di quasi-particle random-phase (QRPA) and Tamm-Dancoff (QTDA) e mediante il EMPM, facendo uso di un potenziale chirale, per analizzare la struttura fine sia della risonanza gigante che della "pgmy" .

## **B3 Descrizione attività programmata nel triennio 2017-2019**

(max 2000 caratteri)

Sulla base della precedente esperienza, parte della nostra attività continuerà riguardare lo studio, nell'ambito del modello a shell realistico, delle proprietà spettroscopiche dei nuclei di massa media e pesante, con particolare attenzione all'evoluzione di tali proprietà verso le "drip lines" di protone e neutrone. Questi studi, parzialmente svolti in collaborazione con gruppi sperimentali internazionali, si prefiggono lo scopo di

- interpretare dati che si stanno rendendo disponibili grazie alle nuove facilities con fasci radioattivi;
- fornire supporto teorico per le proposte di nuovi esperimenti, questo anche in vista del progetto italiano SPES che si sta realizzando presso il Laboratorio Nazionale di Legnaro;
- verificare la validità di alcuni degli attuali approcci teorici ed in particolare la possibilità di eventuali modifiche della struttura a shell;
- acquisire maggiori informazioni sulla natura delle forze nucleari agenti in sistemi complessi, col principale obiettivo di capire il legame fra le loro proprietà e l'interazione fra nucleoni liberi e/o effetti del mezzo.

Nel contempo, intendiamo estendere l'applicabilità del nostro modello teorico:

- sviluppando interazioni efficaci appropriate agli ampi spazi di modello a shell richiesti in alcuni casi per la descrizione dei nuclei esotici;
- includendo nella derivazione dell'interazione efficace di modello a shell forze a tre corpi costruite nell'ambito della teoria effettiva chirale;
- calcolando gli elementi di matrice densità a due corpi che entrano nel processo di doppio decadimento  $\beta$  senza neutrini.

Nell'ambito dell' EMPPM, nella sua formulazione per quasi particelle, saranno studiate la risonanza gigante di dipolo elettrico e quella a più bassa energia, nota come risonanza pygmy, nella catena isotopica degli stagni.

L'estensione dell'EMPPM alla trattazione dei nuclei dispari permetterà di valutare i contributi derivanti da eccitazioni complesse e di alta energia agli spettri energetici e alle proprietà di transizione nei nuclei intorno all'  $^{16}\text{O}$ ,  $^{40}\text{Ca}$ , e  $^{48}\text{Ca}$ .

### **C1 Pubblicazioni scientifiche nel triennio 2014-2016/7**

(indicare il numero complessivo nel triennio e elencare le più significative (max 10))

N. complessivo:

1. 32 su riviste internazionali
2. 15 su atti di congressi internazionali sottoposti a "peer review"

Pubblicazioni più significative:

1. J. M. Allmond *et al*, *Electromagnetic Moments of Radioactive  $^{136}\text{Te}$  and the Emergence of Collectivity  $2p (+) 2n$  Outside of Double-Magic  $^{132}\text{Sn}$* , Phys. Rev. Lett. **118**, 092503 (2017)
2. G. De Gregorio, J. Herko, F. Knapp, N. Lo Iudice and P. Vesely, Phys. Rev. C

- 95, 024306 (2017)
3. L. Coraggio, A. Gargano, N. Itaco, *Double-step truncation procedure for large-scale shell-model calculations*, Phys. Rev. C **93**, 064328 (2016)
  4. G. De Gregorio, F. Knapp, N. Lo Iudice, and P. Vesely, Phys. Rev. C **94**, 061301 (2016)
  5. L. Coraggio, A. Covello, A. Gargano, N. Itaco, and T. T. S. Kuo, *Shell-model study of quadrupole collectivity in light tin isotopes*, Phys. Rev. C **91**, 041301(R) (2015)
  6. F. Sammarruca, L. Coraggio, J.W. Holt, N. Itaco, R. Machleidt, L. E. Marcucci, *Toward order-by-order calculations of the nuclear and neutron matter equations of state in chiral effective field theory*, Phys. Rev. C **91**, 054311 (2015)
  7. F. Knapp, N. Lo Iudice, P. Vesely, F. Andreozzi, G. De Gregorio, A. Porrino, *Dipole response in  $^{208}\text{Pb}$  within a self-consistent multiphonon approach*, Phys. Rev. C **92**, 054315 (2015)
  8. L. Coraggio, A. Covello, A. Gargano, and N. Itaco, *Realistic shell-model calculations for isotopic chains north-east of  $^{48}\text{Ca}$  in the  $(N,Z)$  plane*, Phys. Rev. C **89**, 024319 (2014).
  9. F. Knapp, N. Lo Iudice, P. Vesely, F. Andreozzi, G. De Gregorio, A. Porrino, *Dipole response in  $^{132}\text{Sn}$  within a self-consistent multiphonon approach*, Phys. Rev. C **90**, 014310 (2014)
  10. J. Taprogge, *et al*,  *$1p_{3/2}$  proton-hole state in  $^{132}\text{Sn}$  and the shell structure along  $N=82$* , Phys. Rev. Lett. **112**, 13250 (2014).

## C2 Presentazioni a Conferenze internazionali e nazionali

(solo se lo speaker è tra il personale elencato nel punto A3)

## C3 Presentazioni di brevetti internazionali e nazionali

-

## D1 Progetti di ricerca attivi

(Progetti di Enti di ricerca, Progetti Europei, Progetti MIUR, PON, POR, ...)

INFN - Iniziativa Specifica STRENGTH (Resp Nazionale A. Gargano)

INFN-COPIN - Progetto HARMONIA - (Responsabile INFN task 5 A. Gargano)