

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 β 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}O , ^{40}Ca , e ^{48}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}Te and the Emergence of Collectivity $2p (+) 2n$ Outside of Double-Magic ^{132}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}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}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}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}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)