



Ministero dell'Istruzione, dell'Università e della Ricerca

Direzione Generale per il Coordinamento e lo Sviluppo della ricerca

Relazione Scientifica Consuntiva

Protocollo: RBF08RDKZ

Titolo del programma di ricerca

Rivelatori per nuclei esotico

Costo complessivo approvato Euro 590.000

Finanziamento MIUR concesso Euro 503.000

Coordinatore scientifico della ricerca (Principal Investigator)

MENGONI
(cognome)

Daniele
(nome)

(qualifica)

Università degli Studi di PADOVA
(Istituzione)

(Dip./Ist./Div./Sett.)

3406008237
(prefisso e telefono)

(numero fax)

daniele.mengoni@pd.infn.it
(indirizzo e-mail)

Lista delle Unità di Ricerca (UR)

n°	Responsabile Scientifico	Qualifica	Istituzione	Dip/Ist/Div/Sez
1.	MENGONI Daniele		Università degli Studi di PADOVA	
2.	VALIENTE DOBON Jose Javier		Istituto Nazionale di Fisica Nucleare	

Costo complessivo rendicontato Euro 698.421,12

Durata effettiva del progetto 48 mesi (di cui 12 di proroga)

Obiettivo della ricerca eseguita

L'obiettivo consiste nello studio della struttura dei nuclei atomici: l'evoluzione della struttura a shell nei nuclei ricchi di neutroni, lo studio dei limiti della stabilità nucleare e l'origine degli elementi chimici. A tal fine è necessario studiare fenomeni in condizioni estreme, ottenuti eccitando nuclei che presentano un elevato rapporto protoni/neutroni, con grandi momenti angolari ed alta energia. La ricerca in fisica nucleare è all'alba di una nuova era, infatti notevoli opportunità verranno offerte dai nuovi apparati ad alta intensità di fasci stabili e radioattivi, come SPES (LNL-Italia), SPIRAL-2 (GANIL-Francia), HE-ISOLDE (CERN), FAIR (Darmstadt-Germany). Per decenni i nuclei atomici sono stati studiati impiegando collisioni fra fasci e bersagli stabili, mentre ora è divenuto possibile generare fasci intensi di isotopi sia stabili che instabili, i cosiddetti fasci radioattivi, espandendo grandemente la portata della ricerca in fisica nucleare. L'obiettivo principale del progetto è di spingere lo studio della struttura nucleare verso i limiti della ricerca attuale usando dei rivelatori a tecnologia innovativa. Al tal fine lo spettrometro a tracciamento gamma AGATA, in grado di offrire performance fino a tre ordini di grandezza superiori rispetto alla precedente generazione, sarà dotato di rivelatori complementari di neutroni, NEDA, e particelle cariche, TRACE, che ne aumenteranno significativamente la capacità di studiare canali di reazione esotici. Tali rivelatori insieme al loro sistema di lettura digitale sono stati prototipati nell'ambito del presente progetto di ricerca.

Descrizione della ricerca eseguita

Il programma di ricerca prevedeva una fase di R&D e la realizzazione di due prototipi di rivelatori, per particelle TRACE e di neutroni NEDA, da utilizzare in combinazione con lo spettrometro a tracciamento AGATA per lo studio della struttura dei nuclei atomici estremamente esotici. I prototipi di rivelatori ed elettronica sono stati realizzati in entrambi i casi.

Nel caso di TRACE, una campagna sperimentale e' stata fatta con i primi prototipi in congiunzione con AGATA presso i laboratori di Legnaro, INFN. Nuova elettronica integrata e' stata progettata ed ora in fase di test. Inoltre, un avanzato sistema di riconoscimento della radiazione incidente e' stato sviluppato, che si basa sulla forma del segnale prodotto dalla particella interagente. Una collaborazione internazionale, avente come corresponsabile il coordinatore del presente progetto, si e' formata attorno al progetto medesimo per continuarne, al termine, gli sviluppi. Una nuova campagna di misure e' prevista negli anni 2017-2019 utilizzando fasci radioattivi presso gli accelerati di GANIL, Caen Francia.

Nel caso di NEDA, un prototipo di array con elettronica completamente digitale si sta costruendo in modo da partecipare ad una campagna con AGATA a GANIL per gli anni 2017-2019. Nuovi algoritmi offline per migliorare la discriminazione gamma/neutrone sono stati sviluppati. Una collaborazione Internazionale e' nata attorno a questo progetto, con la firma di un Memorandum of Understanding, avente come spokesperson il responsabile della sottounita' di ricerca del presente progetto.

Successive campagne di misure sono previste presso i Laboratori Nazionali di Legnaro, INFN, a partire dal 2019 e con l'avvento degli acceleratori SPES, presso la stessa sede.

Problemi riscontrati nel corso della ricerca

I problemi riscontrati nel corso del progetto sono legati alla limitata disponibilita' di risorse umane ed economiche, in confronto alla dimensione del progetto. Tali ostacoli sono stati superati, almeno parzialmente, attingendo alle risorse delle collaborazioni Internazionali sorte attorno al progetto medesimo.

Risultati conseguiti

Tipologia del risultato	Si/No	Descrizione
Nuove idee, nuove conoscenze, nuovi modelli interpretativi di fenomeni complessi	SI	Con i primi prototipi di TRACE sono stati fatti due esperimenti dove sono stati studiati dei fenomeni collettivi nel nucleo, uno di questi lavori e' stato pubblicato in un Phys. Rev. Lett. NEDA invece non e' entrata ancora in funzione e percio' non ci sono ancora dei risultati di fisica.
Realizzazione di nuova strumentazione scientifica e/o di dispositivi avanzati	SI	Nuovi rivelatori altamente segmentati per la rivelazione di particelle e ioni leggeri. Nuovi rivelatori di neutroni. Nuova elettronica digitale integrata e non.
Messa in opera di metodologie scientifiche avanzate	SI	Utilizzo di tecniche di correlazione avanzate (trigger digitale) estrazione informazione da segnali digitalizzati.
Realizzazione di prototipi	SI	Per TRACE: Rivelatori al silicio di grandi dimensione, 6 pollici e di forma non standard, esagonali. Elettronica di campionamento integrata. Per NEDA: Rivelatori di neutroni altamente efficienti accoppiati a foto moltiplicatori con alta efficienza quantica e con elettronica digitale.
Sintesi di nuove molecole e/o di materiali artificiali	NO	
Proposta di nuove tecnologie	NO	
Contributo all'innovazione della produzione di beni e servizi	SI	Contributo innovativo sia in ambito della produzione di rivelatori e soprattutto per la produzione di elettronica ed algoritmi per la trattazione dei segnali.
Sviluppo di software innovativo	SI	Nuovi algoritmi per la discriminazione forma impulso, che si basa su metodi di interpolazione ed integrazione dei segnali prodotti dalla radiazione incidente. Nuovi algoritmi basati sui Neural Networks per la discriminazione di gamma e neutroni.
Altri risultati e/o precisazioni	NO	

Note

Modalità con le quali si documentano i risultati

Modalità	Si/No	Descrizione
Pubblicazioni scientifiche	SI	Campagna di Fisica TRACE+AGATA presso i Laboratori di Legnaro: <ol style="list-style-type: none">1. A.Gadea, et al., NUCLEAR INSTRUMENTS & METHODS IN PHYSICS RESEARCH SECTION A 654, 88 (2011).2. F.C.L.Crespi et al., PHYSICAL REVIEW LETTERS 113, 012501 (2014).3. L.Pellegrini et al., PHYSICS LETTERS B 738, 519 (2014).4. F.C.L.Crespi et al., PHYSICAL REVIEW C 91, 4323 (2015). Test di analisi forma impulso TRACE: