

La luce di Dama

Nelle profondità del Gran Sasso per studiare segnali dall'Universo oscuro.

di Rita Bernabei

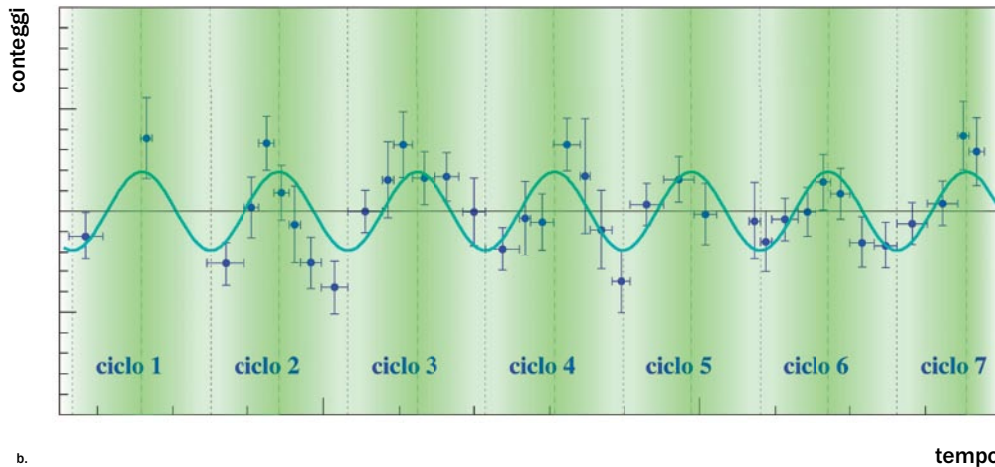
Lo studio delle particelle di materia oscura nell'Universo è uno degli argomenti più affascinanti della fisica attuale. Dama è, in particolare, un progetto dedicato a questo scopo, e alla ricerca di altri processi rari, con cristalli-rivelatori a scintillazione che hanno anche la particolare caratteristica di essere molto radiopuri, sono stati cioè realizzati rimuovendo la maggior parte dei materiali radioattivi, di cui vi poteva esser traccia, per ottimizzarne la sensibilità.

Per ricercare nell'alone galattico della Via Lattea la presenza di particelle di materia oscura, in modo efficace e affidabile, sono stati realizzati gli apparati Dama/Nal (Nal è il simbolo dello ioduro di sodio, di cui sono composti i cristalli dell'apparato), dotato di 9 cristalli di circa 100 chilogrammi di massa totale, che è stato operativo fino al luglio del 2002, e il suo successore, Dama/Libra, costituito da 25 cristalli per una massa totale di circa 250 chilogrammi, operativo dal 2003. I cristalli scintillatori, che costituiscono il cuore di Dama, sono particolarmente adatti per questo tipo di esperimenti: essi, infatti, sono sensibili a particelle di materia oscura di varia natura, sia di piccola che di grande massa, che interagiscono con la materia in diversi modi. Quando una tale particella interagisce con uno dei cristalli scintillatori, infatti, induce una serie di processi il cui risultato finale è l'emissione di luce caratteristica, che può essere osservata.

In Dama sono impiegate e potenziate tecniche avanzate per la ricerca di processi molto rari, e avviene un controllo accurato e continuo di tutte le condizioni di misura per

a.
Installazione dei 25 rivelatori di Dama/Libra dentro la pesante schermatura a molti componenti. Essa è stata eseguita in atmosfera di azoto iperpuro per evitare il contatto dei rivelatori con il gas radon presente in tracce nell'ambiente.





b.

poter evidenziare in modo efficace segnali indotti da particelle di materia oscura. In particolare, Dama è stato progettato e realizzato per essere in grado di dare una risposta sulla presenza di tali particelle nell'alone galattico in modo indipendente dai modelli teorici ipotizzati, grazie alla marcatura, cioè a una caratteristica identificazione detta "della modulazione annuale". Questa marcatura richiede che molti requisiti specifici siano soddisfatti contemporaneamente in modo da fornire un'evidenza inequivocabile. Infatti, poiché il Sole ruota attorno al nucleo galattico e la Terra ruota attorno al Sole, la Terra nel suo moto sperimenterà un "vento" di particelle di materia oscura, la cui intensità (misurata dagli apparati sperimentali nel sito sotterraneo dei Laboratori Nazionali del Gran Sasso dell'Infn) varierà ciclicamente durante l'anno.

La variazione deve essere presente solo nella regione di bassa energia, dove le particelle di materia oscura possono indurre segnali, e solo in eventi in cui uno dei rivelatori scintilla, poiché è trascurabile, per questi processi rari, la probabilità di interazioni multiple. Questa marcatura, con lo ioduro di sodio, consente di evidenziare la presenza di particelle di materia oscura a prescindere in larga parte dalla loro composizione, dalla loro natura e dal tipo di interazione. Dama/Nal, su sette cicli annuali, ha registrato (con elevato livello di significatività) una periodicità annuale che soddisfa contemporaneamente tutti i requisiti richiesti dalla marcatura: non si conoscono altri effetti che potrebbero produrre un segnale come quello registrato. I risultati di Dama/Nal, quindi, si basano su un lungo periodo di raccolta dati e su un gran numero di osservazioni sperimentali, per i quali attualmente non esistono altri dati con caratteristiche confrontabili. Dama/Nal ha fornito la prima indicazione sperimentale che particelle di materia oscura sono presenti nell'alone galattico; i suoi risultati sono compatibili con le caratteristiche delle particelle che secondo varie teorie possono spiegare la materia oscura.

Il futuro di questo tipo di ricerche è ora affidato al successore di Dama/Nal, Dama/Libra, che sta raccogliendo dati per investigare ancora più a fondo tali particelle e la loro natura e anche per studiare proprietà dell'alone galattico stesso.

b.

Dati sperimentali, raccolti nella regione di più bassa energia per eventi in cui uno solo dei rivelatori misura un impulso di luce in funzione del tempo, nei 7 cicli annuali di misura di Dama/Nal. La curva sovrapposta mostra l'andamento atteso per un segnale di particelle di materia oscura con periodo di un anno e con valore massimo al 2 giugno.

c.

Schema semplificato (non in scala) della struttura dell'apparato contenente i 9 cristalli scintillatori molto radiopuri di Dama/Nal, utilizzati per investigare le particelle di materia oscura nell'alone galattico.

d.

Disegno schematico del moto della Terra nell'alone galattico.

Biografia

Rita Bernabei, laureata in Fisica nel 1973 e in Matematica nel 1977 all'Università di Roma La Sapienza, è stata assistente ordinario e poi professore di II fascia presso le Università di Roma La Sapienza e di Roma Tor Vergata. È attualmente professore di I fascia (Fisica Nucleare e Subnucleare) presso la Facoltà di Scienze dell'Università di Roma Tor Vergata. Ha lavorato

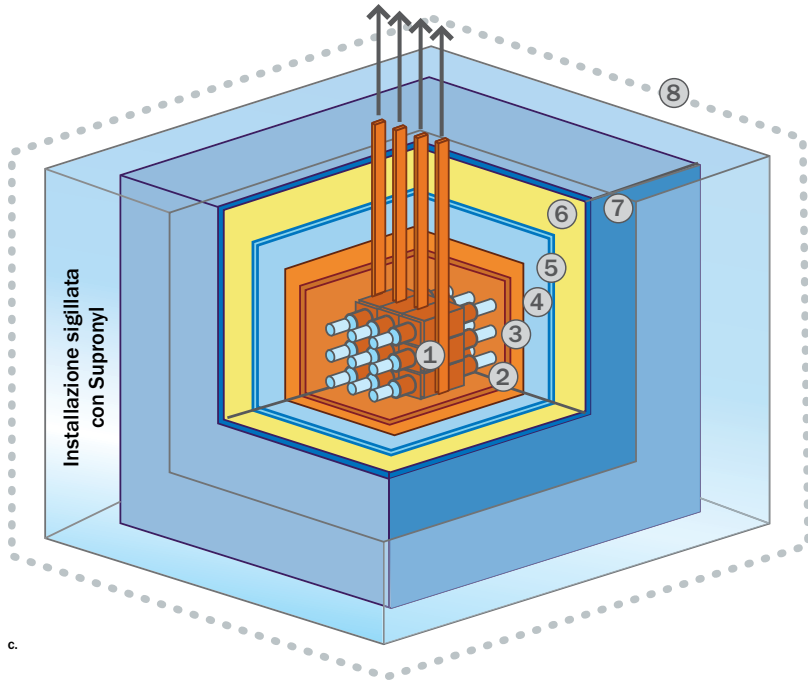
in molti laboratori italiani e stranieri, interessandosi di varie importanti tematiche fondamentali in Fisica nucleare e subnucleare.

In particolare, dal 1985 la sua attività di ricerca si concentra sulla Fisica dei processi rari ai Laboratori Nazionali del Gran Sasso dell'Infn, svolgendo studi sul flusso dei neutrini solari, sulla materia oscura nell'Universo e su altri processi rari.

Link sul web

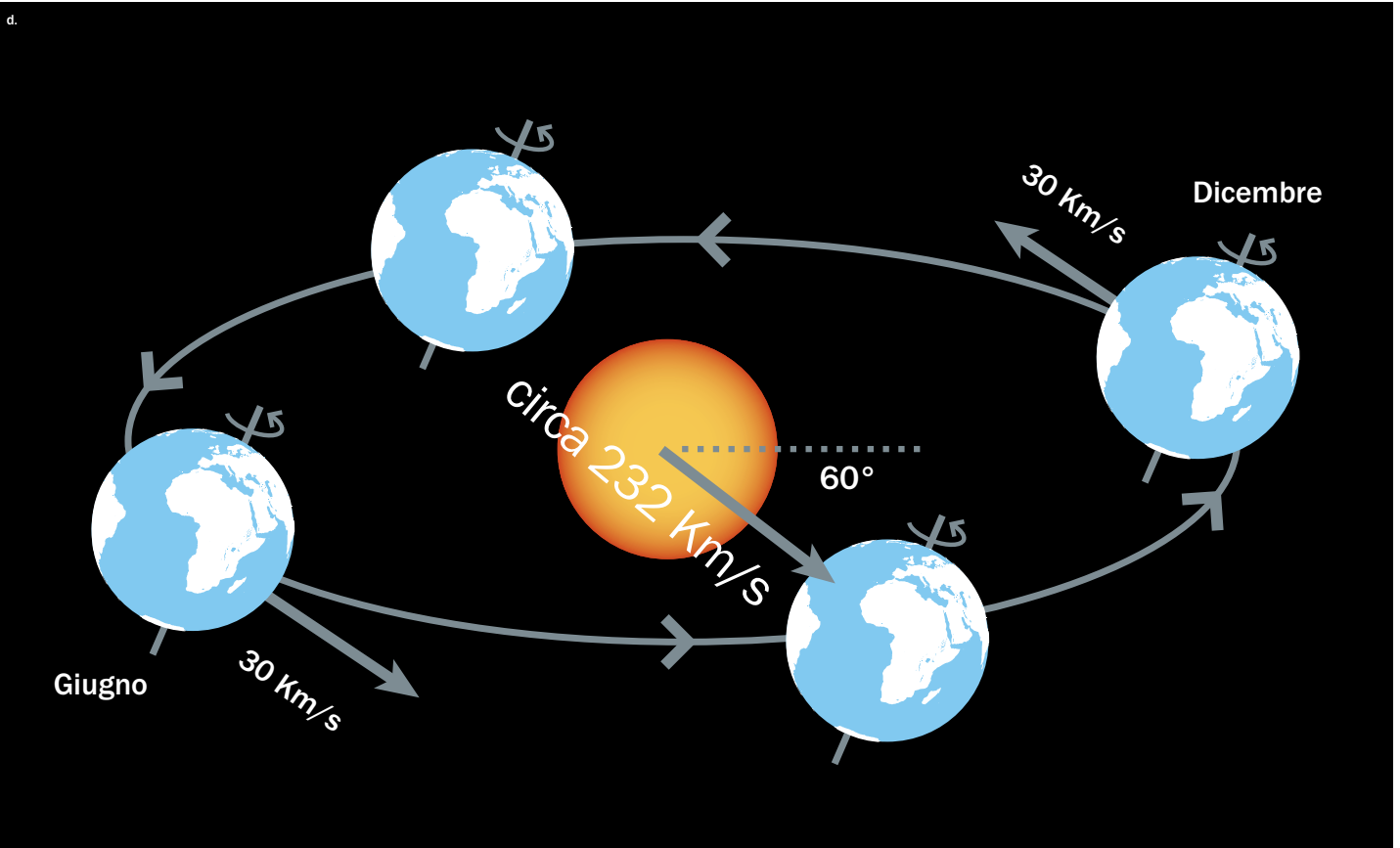
<http://people.roma2.infn.it/dama/>

Camera a guanti mantenuta in atmosfera di azoto iperpuro per calibrare nelle stesse condizioni di misura



1. Cristalli NaI (ioduro di sodio)
2. Scatola a tenuta in rame mantenuta in atmosfera di azoto iperpuro.
3. Rame.
4. Piombo.
5. Lastra di cadmio da 1,5 mm.
6. Polietilene / paraffina.
7. Scatola in plexiglass mantenuta in atmosfera di azoto iperpuro.
8. Circa 1 metro di cemento.

c.



d.