

A CACCIA DI MATERIA OSCURA CON SENSORI QUANTISTICI DI NUOVA GENERAZIONE



Un contributo innovativo nella ricerca della materia oscura potrebbe arrivare dallo sviluppo di dispositivi basati su proprietà quantistiche. Interessanti progressi in questo settore, nel quale è impegnato anche l'INFN, sono stati recentemente ottenuti nell'ambito delle attività promosse da SQMS (Superconducting Quantum Materials and Systems Center), il centro del Fermilab finanziato dal Dipartimento dell'Energia degli Stati Uniti (DOE) e dedicato alla ricerca di nuove tecnologie per il quantum computing e il quantum sensing. Uno studio,

pubblicato il 9 maggio sulla rivista *Physical Review Applied* e guidato dall'INFN - unico partner non statunitense di SQMS - dimostra come le prestazioni degli aloscopi - sensori dedicati alla rivelazione di una particolare categoria di particelle candidate a costituire la materia oscura, gli assioni - possano essere incrementate grazie all'utilizzo di nuove tipologie di cavità risonanti nelle microonde con un'alta sensibilità.

Introdotta a partire dagli anni '70 nel contesto del problema della violazione della simmetria di carica e parità nelle interazioni forti, l'assione si è rivelato anche un buon candidato per la materia oscura per la sua massa estremamente ridotta e la sua limitata capacità d'interazione con la materia ordinaria. Proprio per sondare l'esistenza di queste particelle, nel 1982, il fisico teorico Pierre Sikivie, ideò e propose una specifica tipologia di dispositivi chiamati aloscopi perché sondano l'alone di materia oscura della nostra galassia, che avrebbero avuto in seguito un'ampia diffusione e vengono oggi sviluppati in vari laboratori in Europa, Stati Uniti, Corea del Sud e Australia.

“Se degli assioni venissero rivelati in un aloscopio, sarebbero convertiti in fotoni all'interno di cavità risonanti in presenza di un campo magnetico molto intenso, la cui ampiezza è milioni di volte quella del campo magnetico terrestre”, spiega Giovanni Carugno, ricercatore della sezione INFN di Padova e responsabile del laboratorio in cui è stato condotto il lavoro.

Tra le sfide su cui gli scienziati si stanno concentrando per tentare di aumentare le probabilità di rivelare tracce di assioni c'è la ricerca di soluzioni per migliorare la sensibilità degli aloscopi connessa al parametro denominato 'fattore di merito', rendendoli capaci di esplorare frequenze più elevate di quelle sondate finora. A tal fine, la strategia adottata dai gruppi del Fermilab e dell'INFN che lavorano a SQMS è quella di puntare a incrementare l'efficienza del processo di conversione assione-fotone attraverso due approcci paralleli: da un lato l'adozione di materiali superconduttori e dall'altro lo sviluppo di risonatori dielettrici.

“La cavità risonante oggetto del nostro studio”, spiega Caterina Braggio, ricercatrice dell'Università di Padova associata alla sezione di Padova dell'INFN e *corresponding author* dell'articolo pubblicato su *Physical Review Applied*, “è stata realizzata inserendo due gusci di materiale dielettrico in una cavità cilindrica convenzionale in rame. Questa particolare geometria di cavità consente di sopprimere l'emissione di fotoni da parte delle pareti della cavità stessa, limitando in questo modo i processi dissipativi e ottenendo quindi elevati fattori di merito.”

Nonostante il prototipo descritto nel lavoro sia caratterizzato da un volume ridotto, i risonatori dielettrici che l'INFN sta sviluppando avranno un forte impatto nella comunità scientifica che lavora allo sviluppo di rivelatori di assioni. "Grazie a un'adeguata progettazione dei gusci dielettrici, questi risonatori dielettrici potranno sondare range di masse interessanti in intervalli di tempo ragionevoli", conclude Caterina Braggio.