

DATA ANALYSIS FOR NEUTRINOLESS DOUBLE BETA DECAY

Il doppio decadimento beta è una transizione rara tra isobari che comporta una variazione della carica nucleare Z di due unità. In Natura esistono diversi nuclei pari pari (ugual numero di protoni-neutroni) per i quali questo è l'unico tipo di decadimento possibile.

Mentre transizioni dove due neutrini e due elettroni vengono emessi ($2\nu\beta\beta$) non implicano alcuna proprietà “speciale” dei neutrini (sono tra l'altro transizioni già state osservate), questo non è il caso del decadimento senza neutrini ($0\nu\beta\beta$).

Nonostante sia energeticamente accessibile, tale processo implica una violazione esplicita del numero leptonico di due unità ed è possibile solo se il neutrino è una particella di Majorana.

Ricerche di questo tipo di decadimento sono tornate in auge negli ultimi anni, in seguito alle evidenze delle oscillazioni dei neutrini. Queste ultime non sono tuttavia sufficienti a sondare la gerarchia della massa dei neutrini così come la loro natura Dirac/Majorana. Diverse teorie indicano invece nel $0\nu\beta\beta$ uno degli strumenti con più alta potenzialità di scoperta.

Diversi esperimenti sul doppio decadimento beta sono storicamente legati, ormai da diversi anni, ai rivelatori bolometrici.

Un bolometro può essere modellizzato come un calorimetro perfetto: tutta l'energia della radiazione incidente viene convertita in calore, provocando una variazione della temperatura del corpo del rivelatore. Tale variazione viene poi misurata per mezzo di un trasduttore, un termistore la cui resistenza varia esponenzialmente con la temperatura, fornendo così una stima dell'energia della particella incidente. Questo tipo di rivelatori hanno il vantaggio dell'approccio “sorgente uguale rivelatore”, dove il candidato principale al decadimento è contenuto nello stesso volume del rivelatore, garantendo così un'ottima risoluzione energetica e un'elevata efficienza di rilevazione.

In questo lavoro viene analizzata l'intera statistica raccolta dall'esperimento bolometrico Cuoricino sul doppio decadimento beta e ne viene presentato il risultato finale: un limite inferiore al doppio decadimento beta del ^{130}Te di 2.8×10^{24} anni al 90% di livello di confidenza. Il corrispondente limite superiore alla massa di Majorana del neutrino è di 300-710 meV, dipendente dal modello utilizzato per gli elementi di matrice nucleare.

Cuoricino ha preso dati dal 2004 al 2008, con una statistica complessiva di 19.57 [kg y] di ^{130}Te utilizzando bolometri aventi come assorbitori dei cristalli di TeO_2 e cercando come segnatura per questo processo un picco monocromatico a 2527.5 keV.

Il risultato e i dettagli di quest'analisi sono l'argomento dell'ultima pubblicazione della collaborazione di Cuoricino e sono attualmente in fase di sottomissione su *Astroparticle Physics*.

I passaggi che hanno portato al calcolo del limite sul $0\nu\beta\beta$ del ^{130}Te comprendono:

- lo sviluppo di nuove tecniche di analisi per i rivelatori bolometrici;
- l'ottimizzazione di queste tecniche sull'intera statistica dell'esperimento
- un nuovo algoritmo per la simulazione Monte Carlo del rumore bolometrico
- l'integrazione di queste tecniche nel framework di analisi ufficiale dell'esperimento
- l'ottimizzazione di tecniche di analisi statistica per l'identificazione del segnale del decadimento, per la valutazione stessa del limite e delle incertezze sistematiche ad esso associate.

Come conclusione di questo lavoro vengono presentati i dettagli delle tecniche implementate, come

l'analisi di forma dei segnali bolometrici, l'utilizzo di metodi di massimizzazione del rapporto segnale rumore come il filtro ottimo, o la simulazione di rumore bolometrico.

In più, viene descritto uno studio dedicato, mediante simulazioni Monte Carlo, di differenti approcci all'analisi statistica di uno spettro nel quale venga ricercato un picco a bassa statistica, al fine di dare una valutazione della sensibilità del risultato presentato.