

MATERIA OSCURA Y SU DETECCIÓN EN EXPERIMENTO CRIOGÉNICA COMO CUORE

Aguilar Manzo, Karina Itzel(1), Ghislain Delepine, David Yves(2), Carreón Barrientos, José Juan(3)

1 Escuela de Nivel Medio Superior de Guanajuato, Colegio de Nivel Medio Superior, Universidad de Guanajuato, ki.aguilar_m@outlook.es

2 Departamento de Física, División de Ciencias e Ingenierías, Universidad de Guanajuato, david_delepine@hotmail.com

3 Escuela de Nivel Medio Superior de Guanajuato, Colegio de Nivel Medio Superior, Universidad de Guanajuato, pepecarreon@ugto.mx

Resumen

En este artículo se da a conocer qué es la materia oscura, cuáles son sus posibles candidatos, como interactúa y aquellos inconvenientes que nos puedan llevar a una errónea detección, mediante el experimento CUORE. Para entender y conocer la constitución de la materia oscura es necesario comprender que el número de probabilidades de detección en un año es de 5.097268×10^2 , es decir, muy bajo y que a su vez son necesarios detectores de alta precisión, los cuales involucran el tamaño para el número de blancos, la temperatura que debe ser cercana al cero absoluto para que no interfiera con las vibraciones producidas por el choque de las partículas de materia oscura con los núcleos de Telurio y la ubicación para evitar los rayos cósmicos.

Abstract

In this article you can find what's the dark matter, and which are its possible candidates, how it interacts and their disadvantages that can take us to a wrong detection of neutrinos by the CUORE's experiment. To know and understand dark matter's composition it's necessary to understand the amount of possibilities the detection that you can get in one year it's 5.097268×10^2 , that is to say that low and the sometime detectors of high precision that required a lot of targets, and temperature are necessary. This must be closer to 4K to don't have interference with nuclear vibrations produced by the collision of the dark matter's particles with the cores of tellurium. And the location to avoid cosmic rays.

Palabras Clave

Neutrinos; detección; ruido de fondo; choque de partículas; número de eventos

INTRODUCCIÓN

Para entender y conocer la constitución de la materia oscura es necesario comprender que el número de probabilidades de detección de las partículas de que está compuesta es muy bajo y que a su vez son necesarios detectores de alta precisión, los cuales involucran el tamaño, la temperatura, la ubicación, etc. En este artículo se da a conocer qué es la materia oscura, cuáles son sus posibles candidatos, como interactúa y aquellos inconvenientes que nos puedan llevar a una errónea detección.

Descripción del universo

El Universo (figura 1), tan impresionante y vasto, está constituido por materia, materia oscura y energía oscura; de ellos, solamente el 5% es materia y el restante porcentaje corresponde a materia oscura y energía oscura, aproximadamente en un 28.5% y 66.5% respectivamente [1].



Figura 1. Composición del Universo.

Algunas propiedades de la materia oscura son las siguientes [1]: no refleja ni absorbe o emite luz, se cree que está compuesta por partículas masivas con interacciones débiles, puede clasificarse en caliente y fría, caliente cuando las partículas tienen una velocidad relativista y fría cuando no. Las partículas candidatas para la materia oscura caliente son los neutrinos, los cuales son partículas sin carga y con una masa muy pequeña,

casi nula; y para la materia oscura fría son los neutralinos, las cuales son partículas supersimétricas.

Detección de materia oscura

Para la detección de materia oscura se toma como ejemplo a CUORE (Cryogenic Underground Observatory for Rare Events), ubicado en Gran Sasso, Italia a 3650 metros por debajo de las placas de roca.



Figura 1. Mecanismo de CUORE.

CUORE [figura 2] está compuesto por una estructura de 19 torres cilíndricas compactas con 988 cristales de TeO_2 a una temperatura de 4K. Este experimento busca la interacción del isótopo de Te 130 con partículas de materia oscura.

El objetivo es la detección de neutrinos y el estudio de su doble decaimiento beta para saber si existe la posibilidad de que esta partícula tenga una masa Majorana.

Como se observa en la Figura 2 si el neutrino es su propia antipartícula su carga sería cero y por tanto no interactúa electromagnéticamente.

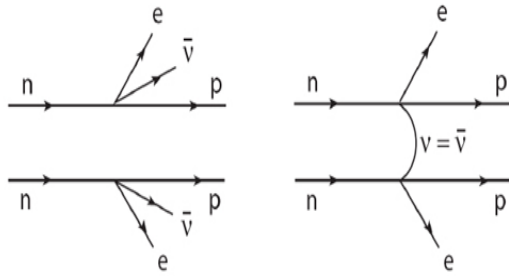


Figura 2. Doble decaimiento beta del neutrino. n=neutrón, p=proton, e=electrón, ν=neutrino.

Cuando las partículas de materia oscura chocan con los núcleos de Telurio, crean una vibración que es detectada por termistores, un dispositivo que mide la variación de la resistividad de un semiconductor con la temperatura, así que cuando la temperatura aumenta por las vibraciones, la resistencia cambia.

Para eliminar el ruido de fondo, el experimento debe de estar alejado de los rayos cósmicos (para que éstos no influyan en la vibración de los núcleos) y a una temperatura muy baja (para que los núcleos de Telurio estén casi estáticos) ya que entre menos calor exista, menor será la energía cinética y por lo tanto será menor el movimiento.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Cálculo del número de evento

Para calcular el número de eventos posibles de partículas de materia oscura en un determinado tiempo, el procedimiento es el siguiente:

$$N_E = \Phi_v \sigma_{ve} \# t$$

Donde:

N_E = Numero de eventos

Φ_v = flujo de neutrinos

σ_{ve} = sección eficaz

$\#$ = número de blancos

t = tiempo de detección (1 año)

(Pero, como no se conoce exactamente el flujo ni la sección eficaz, supondremos algunos valores)[2].

$$\Phi_v = 8.916666 \times 10^8 \text{ 1/s}$$

Tomando la densidad de la materia oscura como 0.3 GeV, la masa de cada partícula como 1 GeV y una velocidad de 107000 km/h.

$$\sigma_{ve} = 2.676 \times 10^{-44} \text{ cm}^2$$

Tomando la energía del neutrino como 1 GeV

Considerando todos los electrones en una tonelada de 988 cristales de TeO₂

$$\# = 6.766917 \times 10^{29}$$

El resultado da 5.097268x10² eventos por año. .

Límites de la materia oscura. Zona de exclusión eteccion de materia oscura

Como resultado de las investigaciones podemos determinar los límites de la materia oscura a partir de la sección eficaz y la masa.

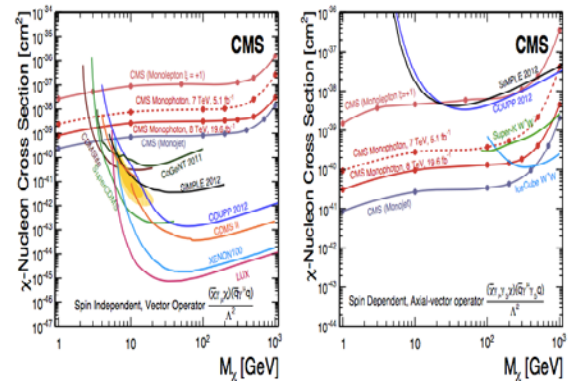


Figura 3. Límites de la materia oscura.

CONCLUSIÓN

Al ser tan bajo el número de eventos obtenidos, 5.097260x10² en un año, que podemos apreciar es necesario un detector que sea capaz de eliminar

por completo el ruido de fondo y que tenga una buena cantidad de número de blancos.

AGRADECIMIENTOS

Departamento de Física, División de Ciencias e Ingenierías.

Juan Barranco Monarca

Selim Gómez Ávila

Benjamín Jaramillo Ávila

Escuela de Nivel Medio Superior de Guanajuato

Universidad de Guanajuato

REFERENCIAS

- 1 Antonio Moreira, Marco Instituto de Física – UFRGS Código Postal 1505 - Campus 91501-970 Porto Alegre, RS EL MODELO ESTÁNDAR DE LA FÍSICA DE PARTÍCULAS Recuperado 03/07/2016 de www.if.ufrgs.br/~moreira
- 2 The Review of Particle Physics (2015) Recuperado 12/07/2016 de <http://pdg.lbl.gov/>
- 3 De Haro Santos, Juan Carlos Masters in Physics. Commissioning of CUORE Fast Cooling System