

FAE-17

Resultados recientes de la búsqueda de Materia Oscura con detectores de germanio en el túnel de Canfranc

I. G. Irastorza, A. Morales, S. Cebrián, E. García, D. González, J. Morales, A. Ortiz de Solórzano, J. Puimedón, M. L. Sarsa, J. A. Villar.

Laboratorio de Física Nuclear y Altas Energías, Universidad de Zaragoza, 50009 Zaragoza, España.

El conjunto de evidencias observacionales actuales apuntan a un modelo cosmológico donde una mezcla de Materia Oscura Fría, bariones y una importante cantidad de Energía Oscura completan el balance gravitacional del Universo. Hay importantes razones para pensar que esta Materia Oscura está principalmente compuesta por partículas no bariónicas, denominadas genéricamente WIMPs (*Weakly Interacting Massive Particle*) y cuyo marco teórico debe buscarse más allá Modelo Estándar de Partículas Elementales. Relevancia especial tienen las extensiones supersimétricas, que predicen el neutralino como partícula estable y por tanto candidata a WIMP. Otro candidato interesante para componer la Materia Oscura Fría es el axiÓN, bosón de Goldstone de la simetría de Peccei-Quinn, introducida para solucionar el problema de la simetría CP en las interacciones fuertes.

La detección directa de los WIMPs-neutralinos pasa por la observación de su dispersión elástica con los núcleos de un determinado detector¹. Estos procesos producen depósitos energéticos de unos pocos keV a un ritmo que depende del tipo de WIMP e interacción. Por otro lado, los axiones solares pueden ser detectados por dispositivos cristalinos que buscan el característico patrón temporal predicho por el efecto Primakoff-Bragg². Actualmente dos experimentos buscan estas señales en el Laboratorio del túnel de Canfranc: IGEX-DM³ y COSME-2⁴.

I. EXPERIMENTOS IGEX-DM Y COSME-2

El experimento IGEX fue originariamente concebido para la detección de la desintegración doble beta del núcleo ^{76}Ge . Sin embargo, desde finales de 1999, uno de los detectores IGEX, denominado RG-II, está dedicado a la detección de WIMPs, fase denominada IGEX-DM. RG-II tiene una masa activa de unos 2 kg, y una resolución energética de 0.8 keV a 75 keV. El detector COSME, que ya ha sido usado en el pasado para la búsqueda de Materia Oscura, opera actualmente en el mismo blindaje que los detectores IGEX a una mayor profundidad en Canfranc. COSME tiene una masa activa de 0.234 kg, y una resolución de 0.43 keV a 10 keV.

El blindaje que cubre ambos experimentos consiste (de dentro a fuera) en 15 cm de plomo arqueológico, 20 de plomo de baja actividad, 2 mm de cadmio y 20 cm de polietileno. Una bolsa sellada de PVC impide la entrada de radón al interior del blindaje mediante la sobrepresión producida por la inyección de nitrógeno gas. Unos plásticos activos que cubren el lado superior y dos laterales del blindaje, trabajan en anticoincidencia con los detectores para

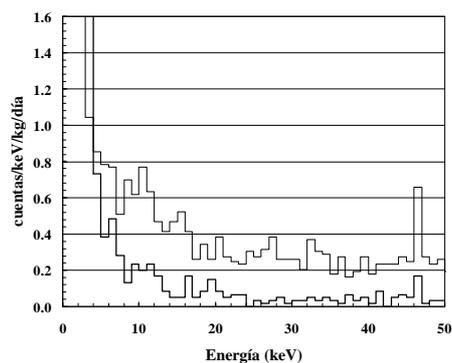


Figura 1. Espectro a baja energía de los 60 kg-d de IGEX-DM (línea gruesa) y de los 73 kg-d de COSME-2 (línea fina)

rechazar sucesos de origen muónico.

II. EXCLUSIÓN DE WIMPS

El blindaje mencionado y las extremas radiopurezas de los componentes más cercanos a los detectores, así como diversas técnicas de filtrado utilizadas en el análisis de los datos, (entre las que destaca el análisis de los pulsos de carga en el caso de IGEX), permiten obtener unos fondos extremadamente bajos. En la figura 1 se presentan los espectros a baja energía apropiadamente normalizados obtenidos con el detector RG-II durante 30 días de adquisición (60 kg-d) y el obtenido con el detector COSME durante 311 días (73 kg-d). El nivel de fondo del detector RG-II es sensiblemente mejor que el de COSME debido a la mejorada tecnología en radiopureza de materiales utilizada en su construcción. COSME mantiene, sin embargo, un mejor umbral (2.5 keV frente a los 4 keV de RG-II). Estas características se reflejan en las exclusiones obtenidas de ambos espectros, presentadas en comparación con otros experimentos en la figura 2, ya que COSME destaca en la exclusión de WIMPs de baja masa, mientras que RG-II lo hace en los de alta. La exclusión combinada de los experimentos COSME-2 e IGEX-DM supone una superación de los anteriores límites con este tipo de detectores para masas por debajo de 100 GeV y en particular se acerca a la región de la señal del experimento DAMA. En la figura 2 se muestra también la exclusión esperada si se alcanzara en IGEX-DM un fondo plano hasta el umbral igual a 0.1 c/keV/kg/día, nivel actual a 15 keV. Si dicha mejora fuera posible, IGEX-DM podría explorar la totalidad de la región de DAMA.

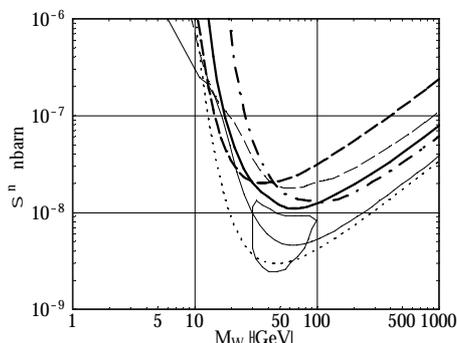


Figura 2. Exclusiones obtenidas por IGEX-DM (línea gruesa continua) y COSME-2 (línea gruesa a rayas), comparadas con otros experimentos cuyas referencias se incluyen en 3. La curva cerrada corresponde a la señal positiva del experimento DAMA. La línea a puntos corresponde a las perspectivas de IGEX-DM mencionadas en el texto.

III. LÍMITE AL ACOPLO AXIÓN-FOTÓN

Dado que en la obtención de un límite al acoplo axi3n-fot3n no resulta decisiva la masa de detecci3n, el detector COSME, con su mejor umbral y resoluci3n resulta interesante para la b3squeda de esta se3al. Los 311 d3as de datos que engloba el experimento COSME-2 antes mencionados han sido analizados en este sentido, arrojando un l3mite al acoplo axi3n-fot3n de $g_{a\gamma\gamma} < 2.8 \times 10^{-9} \text{ GeV}^{-1}$, equivalente al experimento SOLAX⁵, el 3nico otro experimento que usa esta t3cnica.

Agradecimientos. Agradecemos a los dem3s miembros de las colaboraciones internacionales COSME e IGEX, por su correspondiente aportaci3n a la realizaci3n de dichos experimentos.

Referencias

- ¹ A. Morales *et al.* Nucl. Phys. Proc. Suppl. **87** (2000) 477 [astro-ph/9912554]
- ² E. A. Paschos y K. Zioutas, Phys. Lett. **B323** (1994) 367.
- ³ A. Morales *et al.* Phys. Lett. **B489** (2000) 268-272
- ⁴ A. Morales *et al.* a publicar en Astrop. Phys. [hep-ex/0101037]
- ⁵ F. T. Avignone et al. Phys. Rev. Lett. **81** (1998) 5068 [astro-ph/9708008]