

AMS-02: Status y perspectivas.

P. Aguayo¹, M. Aguilar¹, J. Berdugo¹, J. Casaus¹, C. Delgado^{1*}, C. Diaz¹, C. Fernández¹, L. García-Tabares¹, F. Giovacchini¹, E. Lanciotti¹, C. Mañá¹, J. Marín¹, G. Martínez¹, C. Palomares¹, E. Sánchez¹, I. Sevilla¹, A. Torrentó¹, J. Yañez¹.

¹ CIEMAT, Avda Complutense 22, 28040 Madrid.

* Autor

I. INTRODUCCIÓN

El espectrómetro magnético alfa (AMS) es un detector diseñado para operar en el espacio de forma prolongada con el fin de estudiar el espectro de rayos cósmicos en busca de señales débiles asociadas a antimateria primordial, materia oscura, etc. Una primera versión del detector, denominada AMS-01, voló a bordo del transbordador espacial DISCOVERY en 1998 con el fin de probar la viabilidad del proyecto y realizar los primeros estudios de física¹. El detector final, denominado AMS-02, será instalado en la Estación Espacial Internacional a finales del 2005 y permanecerá en funcionamiento durante al menos tres años.

II. DESCRIPCIÓN DEL DETECTOR

El detector AMS02 cuenta con un imán superconductor cilíndrico con un campo dipolar de 0.86T. Su interior está equipado con ocho planos de detectores de silicio con una aceptación geométrica de 0.4 m²sr, permitiendo reconstruir la trayectoria de la partícula que lo atraviese. Esto permitirá determinar su rigidez (momento por unidad de carga) con una resolución del 1.5% para protones a 10GV, hasta 1-2TV. Por otro lado la medida de deposición de energía en cada uno de los planos permitirá determinar su carga.

En las regiones superior e inferior del imán se encuentran situados dos planos de centelleadores que constituyen el contador de tiempo de vuelo. La coincidencia temporal de la señal de los planos superiores con la de los planos inferiores proporciona el fast trigger al espectrómetro y permite la medida de la velocidad de la partícula con una resolución del 3%, y su carga hasta Z=8.

Inmediatamente bajo los planos inferiores del contador de tiempo de vuelo se sitúa un detector de radiación Cerenkov RICH. Permite medir la velocidad con una resolución de 0.1% para protones a $\beta=1$ y determinar su carga con una confusión inferior al 10% hasta Z=26 a partir de 2.5GeV por nucleón de energía cinética.

En la parte inferior de AMS-02 se encuentra un calorímetro electromagnético, con capacidad para realizar el muestreo de las cascadas en su interior en tres dimensiones. Está compuesto por planos de capas de plomo separadas por fibras centelleadoras en direcciones alternantes con un espesor total de 16 longitudes de radiación. Permite medir la energía de las cascadas electromagnéticas con una resolución del 3% a 100GeV, y realizar la separación electrón/protón con un factor de rechazo de 10⁴ en el rango de energía de 1.5-1000 GeV.

Finalmente, en la parte superior de AMS-02 se encuentra un detector de radiación de transición (TRD) que permite la separación electrón/protón con un factor de rechazo

superior a 10^2 para una energía de hasta 300GeV, y proporciona 20 puntos de la trayectoria de la partícula.

III. OBJETIVOS DEL EXPERIMENTO

La buena capacidad de identificación de partículas del detector permite abarcar un amplio abanico de tópicos, entre los que cabe destacar los siguientes:

⊕ BÚSQUEDA DE ANTIMATERIA DE ORIGEN PRIMORDIAL.

Algunos escenarios cosmológicos predicen la existencia de regiones aisladas de antimateria de pequeño tamaño que podrían haber sobrevivido hasta nuestros días². La detección de un solo antihelio sería una clara evidencia de la existencia de antiestrellas formadas en estas regiones, ya que la producción mediante procesos de espalación en el medio interestelar es despreciable³. AMS-02 podrá medir la razón del flujo de antihelio a helio hasta 10^{-9} , mientras que el límite esperado de estos modelo está en el rango 10^{-6} a 10^{-8} .

⊕ BÚSQUEDA DE CANDIDATOS A MATERIA OSCURA.

La existencia de una fracción de materia oscura no bariónica en el universo está bien establecida⁴, no así su naturaleza. La partícula supersimétrica más ligera se encuentra entre los candidatos naturales para esta materia. Su aniquilación en el halo galáctico daría lugar a un pequeño incremento del flujo respecto del esperado en varios canales⁵, especialmente en el de positrones⁶, antideuterones⁷, canales cubiertos con una gran sensibilidad por AMS02, y rayos γ , también medido en este experimento.

⊕ ESTUDIO DE LA PROPAGACIÓN DE LOS RAYOS CÓSMICOS CARGADOS.

La medida de los flujos de varios isótopos presentes en los rayos cósmicos, permite determinar parámetros relevantes de los modelos de propagación, como puede ser el tamaño del halo galáctico⁸. Las condiciones en que AMS-02 realiza estas medidas permite incrementar la precisión en el conocimiento de estos flujos en más de un orden de magnitud, extendiendo el rango de energía hasta 10GeV/nucleón.

Adicionalmente el “tracker” permite la medida de la dirección y energía de los rayos γ convertidos en pares electrón-positrón con una resolución en energía del 2% a 10GeV, y un “trigger” independiente en el ECAL permite la medida directa de los γ que impacten en él. La sensibilidad total esperada para la detección de fuentes puntuales es de $10^{-8} \text{ cm}^{-2} \text{ s}^{-2}$ para $E > 1 \text{ GeV}$ y $10^{-9} \text{ cm}^{-2} \text{ s}^{-1}$ para $E > 10 \text{ GeV}$, con una resolución de hasta 0.08 grados a 10GeV⁹.

¹The AMS Collaboration, *Phys. Lett B* 1999, 461, 387;The AMS Collaboration, *Phys. Lett B* 2000, 472, 215;The AMS Collaboration, *Phys. Lett B* 2000, 484, 10;The AMS Collaboration, *Phys. Lett B* 2000, 490, 27;The AMS Collaboration, *Phys. Lett B* 2000, 494, 193;The AMS Collaboration, *Phys. Reports* 2002, 366/6, 331

²Yu. V. Galaktionov, *Rep. Prog. Phys.* 2002, 65, 1243

³R. Hagedorn, *Cargese Lectures in Physics*, 1973, 6, 643

⁴C.L. Bennet et al., arXiv: astro-ph/0302207 2003

⁵J. Ellis et al., arXiv:astro-ph/0303043, 2003 y sus referencias.

⁶S. Coutou et al., *Proc. 27th ICRC*, 2001 y sus referencias.

⁷F. Donato et al., *Phys. Rev. D*, 2000, 62, 043003

⁸A. Strong, I.V. Moskalenko, *Proc. 27th ICRC*, 2001 y sus referencias.

⁹I. Sevilla en estos proceedings.