El programa MINERvA test beam: Información confiable, que debe verificarse:

Para hacer mediciones, todos los experimentos de física de partículas deben confiar en las simulaciones de sus detectores, sin embargo en experimentos con neutrinos es complicado probar estas simulaciones con neutrinos reales.

Las interacciones de neutrinos a menudo producen partículas cargadas como muones y electrones, los cuales liberan del núcleo, uno o más protones o neutrones. Las interacciones con neutrinos también producen pares cuark-anticuark llamados piones [1], [2] y [3]. Cada una de estas partículas nos da una visión del interior del núcleo, pero para llevar acabo estas mediciones, MINERvA necesita entender lo que estas partículas hacen una vez que salen del núcleo y entran en el volumen remanente del detector.

Podríamos simplemente confiar en un paquete computacional (Geant4), que simula interacciones entre partículas, pero obviamente debemos ser rigurosos, y verificarlo. Las instalaciones del test beam en Fermilab nos permiten hacerlo mediante el uso de un haz de piones, protones, muones y electrones a muy baja energía, www.fnal.gov/archive/15-03-09, donde instalamos una pequeña versión a escala del detector MINERvA el cual está hecho de planos de plástico centellador, plomo y acero. Este detector a escala, está diseñado para emular la función del calorímetro electromagnético en la parte posterior del detector MINERvA, usando los mismos materiales, electrónica y estrategias de calibración.

Durante seis semanas en el verano de 2010 obtuvimos datos usando el detector a escala y los hemos estado estudiando a detalle para poder medir muchos de los diferentes aspectos de su funcionamiento.

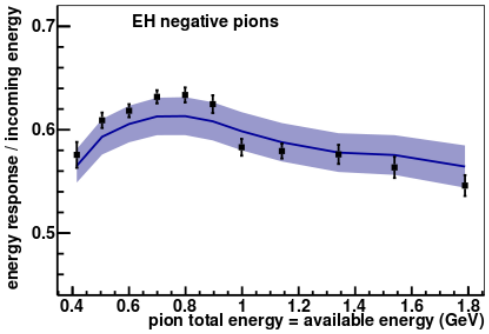

Figura 1: Muestra la energía depositada en el detector test beam de MINERvA, dividida por la energía cinética entrante del pion en función de la energía total del pion

Con estos datos hemos sido capaces de abordar, por ejemplo, cómo la energía cinética de un pión entrando en nuestro detector se traduce en una medición de energía. Cuando simulamos usando un modelo común de GEANT4 para piones de baja energía interactuando en el detector, la predicción es una buena descripción de los datos más no perfecta.

El experimento fue diseñado para probar la simulación, y las incertidumbres sistemáticas son lo suficientemente pequeñas que podemos asignar una incertidumbre, también pequeña, en la forma en que Geant4 predice la energía del pion.

También hemos usado los datos del test beam para medir los detalles del material centellador, para mejorar el modelo de la geometría del detector, así como la electrónica. También hemos mejorado la forma en que calibramos el detector a escala en el test beam y el detector de neutrinos de MINERvA.

Continuamente hemos retroalimentado todas estas mejoras en el análisis de neutrinos desde el comienzo del programa del test beam. Esto ha representado un beneficio para otros programas. Por ejemplo, el diseño y el hardware del haz de baja energía está siendo usado en MCenter para el experimento LarlAT http://intensityfrontier.fnal.gov/lariat.html .

Los resultados han sido recomendados para su publicación en Nuclear Instruments and Methods http://arxiv.org/pdf/1501.06431.pdf. MINERvA ahora ha comenzado una segunda corrida con un haz de mayor energía (igual a la del nuevo haz de neutrinos), para entender aún más acerca del funcionamiento del detector.

–Dr. Rik Gran, Universidad de Minnesota-Duluth.
–Traducción por Alejandro Ramírez, Universidad de Guanajuato.

Figura 2: Josh Devan del colegio William and Mary en 2010 durante el montaje del detector test beam en baja energía

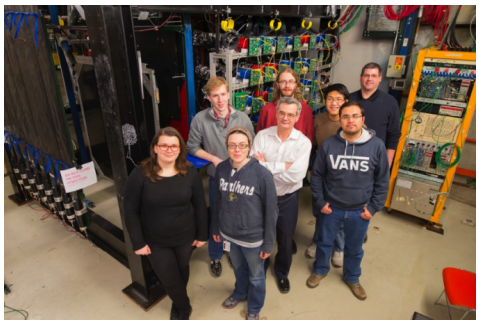

Figura 3: Parte del equipo del detector test beam, media energía, en 2015: de izquierda a derecha, Anne Norrick (Colegio de William and Mary), Rob Fine (Universidad de Rochester), Carrie McGivern (Universidad de Pittsburg), Leo Bellantoni (Fermilab, frente), Dan Ruterbories (Universidad de Rochester, en rojo), Alejandro Ramírez (Universidad de Guanajuato, frente), Aaron Bercellie (Universidad de Rochester), Geoff Savage (Fermilab)

[1] Brandon Eberly: http://minerva.fnal.gov/resultOweekCC1pi
[2] Aaron Higuera: http://minerva.fnal.gov/resultOweekcoherent
[3] Trung Le: http://minerva.fnal.gov/resultOweekccpi