

Contando neutrinos... un copo a la vez

MINERvA es un experimento de dispersión de neutrinos que permite medir con extremo detalle la probabilidad de que un neutrino interactúe. Buscamos muchas reacciones diferentes (http://www.fnal.gov/pub/today/archive/archive_2013/today_13-05-10.html), en distintos núcleos (<file://localhost/nukecc> http://www.fnal.gov/pub/today/archive/archive_2013/today13-10-18.html). Sin embargo, para poder medir estas probabilidades primero tenemos que conocer precisamente cuántos neutrinos son producidos. A pesar de que, la División del Acelerador de Fermilab puede decirle a MINERvA cuántos protones se envían al blanco que comienza en el NuMI, es difícil saber cuántos neutrinos son producidos después de que los protones golpean el blanco. ¿Cuántas partículas son producidas por protones que golpean el blanco? ¿A dónde van esas partículas después? ¿Cuántas crean neutrinos? ¿Cuántos de estos neutrinos pasan a través del detector situado a un kilómetro de distancia?

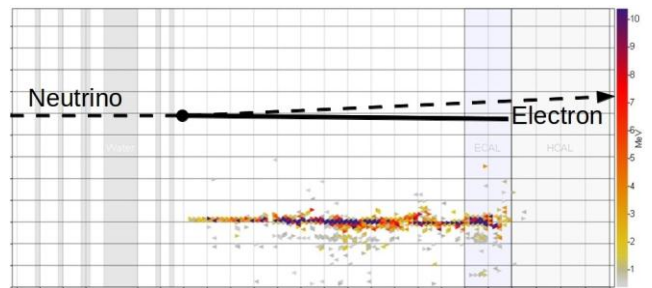
Hasta ahora, MINERvA ha podido por medio de otras medidas, predecir que es lo que ocurre cuando protones golpean el blanco, para predecir cuántos neutrinos pasan a través del detector. Pero MINERvA tiene otra manera de medir cuántos neutrinos fueron producidos. Aunque sabemos muy poco de las interacciones entre los neutrinos y el núcleo atómico, hay una reacción que es extremadamente bien conocida, cuando un neutrino interactúa con un electrón. Entonces, midiendo este proceso en particular podemos predecir cuántos neutrinos deben haber atravesado originalmente el detector.

Esto es similar a predecir el número de copos de nieve, que caen en los 27.5 km² de extensión del Fermilab, midiendo el número de copos que caen en una taza en el estacionamiento. No podemos contar todos los copos que caen en Fermilab, pero es posible contar aquellos en una pequeña taza. Conociendo el área de la taza, podemos extrapolar para todo el Fermilab.

Pero hay un truco, necesitas mucha nieve para recuperar suficiente en la taza para hacer una medición precisa.

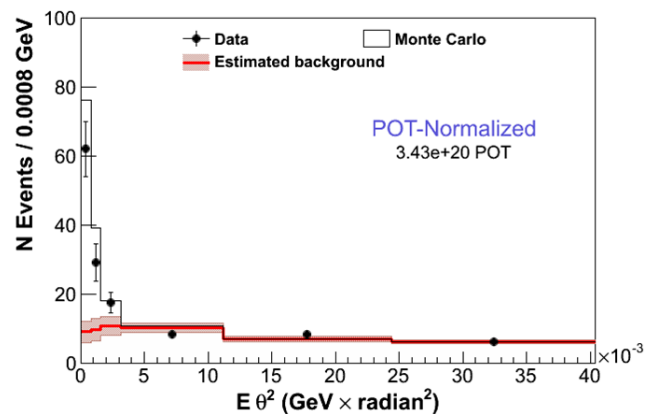
La probabilidad de que un electrón disperse a un neutrino es bien conocida, pero es muy pequeña aún bajo los estándares de los neutrinos, que raramente interactúan. Así que para medir el proceso, se necesita un detector muy fino para ver un solo electrón de alta energía que parezca salir de la nada, pero que viaje en la misma dirección del haz de neutrinos (la figura contiene un electrón de la data).

Deborah Harris, Fermilab, y Anne Norrick, College of William and Mary (traducción por Minerba Betancourt)



Este es una visualización de un evento de MINERvA en el que se muestra una interacción de un candidato electrón neutrino. No vemos nada viniendo desde la izquierda y una partícula viajando en la misma dirección del haz. Los colores indican la cantidad de energía depositada en ese punto.

Después de analizar cientos de miles de eventos, MINERvA encontró 121 eventos y predice que 33 de ellos pertenecen a procesos de ruido. Estos eventos forman un pico en la distribución de la energía del electrón E multiplicada por el cuadrado del ángulo comparada con el ángulo del haz de neutrinos (θ) como se muestra en la figura



La interacción electrón neutrino forma un pico alrededor de cero, en la distribución de la energía del electrón E multiplicada por el cuadrado del ángulo comparada con el ángulo del haz de neutrinos.

En la nueva etapa, MINERvA espera ver al menos diez veces más eventos, por lo que espera medir el número de neutrinos producidos de mejor manera.



Jaewon Park, Universidad de Rochester