

Encontrando las Piezas Faltantes en el Rompecabezas de la Energía de un Antineutrino

Septiembre 16, 2019 | Andrew Olivier

Partículas eléctricamente cargadas, como protones y electrones, pueden ser caracterizadas por las trazas de átomos que estas partículas ionizan. En comparación, neutrinos y sus antipartículas asociadas, casi nunca ionizan átomos, así que sus interacciones tienen que ser reconstruidas a partir de cómo rompen los núcleos.

Pero cuando esta ruptura produce un neutrón, éste puede silenciosamente llevarse una pieza fundamental de información: algo de la energía del antineutrino.

La colaboración MINERvA de Fermilab publicó recientemente un [artículo científico](#) para cuantificar los neutrones producidos por antineutrinos interactuando en un blanco de plástico centellador.

La manera en que los antineutrinos cambian entre sus diferentes tipos podría ayudar a explicar por qué el universo está dominado por materia. El modelo más prometedor de cómo este comportamiento relaciona partículas y antipartículas depende de la energía del antineutrino. Sin embargo, los neutrones pueden afectar la identificación de antineutrinos debido a que se llevan parte de la energía, y son producidos en cantidades diferentes por neutrinos y antineutrinos. Este resultado de MINERvA tiene como propósito mejorar las predicciones de cómo los neutrones podrían afectar los experimentos de neutrinos actuales y futuros, incluyendo el Experimento Internacional Profundo Bajo Tierra de Neutrinos (Deep Underground Neutrino Experiment), alojado en Fermilab.

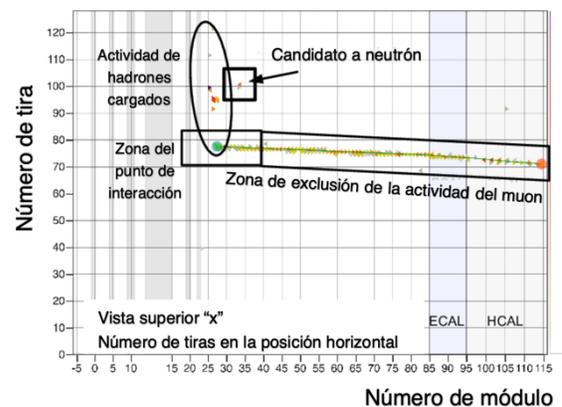


El detector MINERvA en Fermilab ayuda a los científicos a analizar las interacciones neutrino-núcleos atómicos. Foto: Reidar Hahn.

En este estudio, MINERvA buscó interacciones de antineutrinos que producen neutrones. Las interacciones de antineutrinos que MINERvA estudia asemejan una o más trazas de átomos ionizados todas apuntando hacia atrás a un solo núcleo. A diferencia de las partículas cargadas, los neutrones pueden viajar varias decenas de centímetros desde la interacción de un antineutrino antes de ser detectados. Así, la colaboración MINERvA caracterizó la actividad de los neutrones como cúmulos de átomos ionizados aislados espacialmente de las trazas de

partículas cargadas y del punto de interacción.

Una interacción de antineutrino puede producir otros tipos de partículas neutras, las cuales pueden aparentar ser interacciones de neutrones, y partículas cargadas, que pueden confundir la medición del conteo de neutrones por sí mismas al expulsar neutrones de los núcleos. Además, cuando estas partículas cargadas tienen bajo momento, pueden terminar en un tumulto de ionización muy cerca del punto de interacción como para ser contadas separadamente que también oculta la evidencia de partículas neutras. Entonces, los neutrones pueden ser contados con mayor precisión en interacciones de antineutrinos que producen pocas partículas. Los científicos de MINERvA usaron conservación de momento en los cálculos para evitar interacciones que produjeron muchas partículas cargadas.



Esta gráfica ilustra la interacción de un neutrino en el detector MINERvA. El recuadro rectangular resalta el punto donde un neutrino interactuó dentro del detector. El recuadro cuadrangular justo arriba resalta la aparición de un neutrón resultante de la interacción del neutrino. Imagen: MINERvA.

Las mediciones de otros experimentos de neutrones provenientes de antineutrinos han esperado a que cada neutrón pierda la mayoría de su energía antes de poder ser contado. Sin embargo, los neutrones de la muestra de antineutrinos de MINERvA tienen la suficiente energía para liberar otros neutrones de los núcleos que colisionan. Esta reacción en cadena cambia la energía original de los neutrones y el número de neutrones detectados. Este resultado se enfoca en las señales de neutrones dentro de decenas de nanosegundos posteriores a una interacción de antineutrino.

Entendiendo la producción de neutrones en concordancia con la caracterización de MINERvA de las interacciones de antineutrinos en varios núcleos, futuros estudios de oscilaciones podrán cuantificar cómo los neutrones no detectados podrían afectar sus conclusiones sobre las diferencias entre neutrinos y antineutrinos.

Andrew Olivier es un físico de la Universidad de Rochester y un miembro de la colaboración MINERvA.

Traducido al español, del original en inglés (<https://news.fnal.gov/2019/09/finding-the-missing-pieces-in-the-puzzle-of-an-antineutrinos-energy/>), por Diego Andrade, Oscar Moreno y Julián Félix.