

Valencia, 2 de octubre de 2019

Científicos del IFIC resuelven una discrepancia en las medidas del flujo de antineutrinos generado en diferentes centrales nucleares

- **El hallazgo, publicado en la revista *Physical Review Letters*, descarta otras explicaciones a la discrepancia en las medidas del flujo que apuntaban a la existencia de nueva física**
- **El trabajo publicado ahora supone la culminación a una década de experimentos, realizados mediante la técnica conocida como Espectroscopía Gamma de Absorción Total (TAGS, por sus siglas en inglés)**
- **Los resultados del trabajo explican satisfactoriamente los datos y medidas experimentales sin necesidad de incorporar nueva física**

Un grupo de investigadores del Instituto de Física Corpuscular (IFIC), centro mixto del Consejo Superior de Investigaciones Científicas (CSIC) y la Universitat de València, ha publicado en la revista *Physical Review Letters* la primera comparación entre los datos del flujo de antineutrinos producidos por la central nuclear de Daya Bay (China) y la medida de esta magnitud realizada en laboratorio con una técnica y un detector desarrollados en Valencia. Sus resultados reducen la discrepancia entre los antineutrinos esperados y los que se detectan en un 4%, confirmando que esta anomalía responde a un error en los cálculos utilizados para estimar los antineutrinos producidos en un reactor nuclear, la principal fuente de esta partícula elemental. Se descartan así otras explicaciones a la discrepancia que apuntaban a la existencia de un nuevo tipo de neutrino, llamado 'estéril'. Los resultados del trabajo explican satisfactoriamente los datos y medidas experimentales sin necesidad de incorporar nueva física.

La investigación ha sido liderada por los investigadores Alejandro Algora y José Luis Taín, del IFIC, y la investigadora Muriel Fallot, de Subatech (Francia). El trabajo publicado ahora supone la culminación a una década de experimentos, realizados mediante la técnica conocida como Espectroscopía Gamma de Absorción Total (TAGS, por sus siglas

en inglés) utilizando un detector diseñado en el IFIC, DTAS. Este instrumento registra los fotones (radiación gamma) emitidos en la desintegración beta, uno de los procesos que ocurren durante la fisión atómica que produce energía nuclear. La desintegración beta genera ingentes cantidades de antineutrinos, la réplica de antimateria del neutrino, una de las partículas elementales más abundantes del universo.

En un reactor se producen más de 6.000 desintegraciones beta diferentes a partir de más de 1.000 productos de fisión, pero solo una veintena de estos es responsable de gran parte de la cantidad de antineutrinos que genera el proceso. Los integrantes del Grupo de Espectroscopía Gamma y de Neutrones del IFIC han medido las desintegraciones beta de 17 de estos isótopos pertenecientes a elementos como tecnecio, molibdeno, rubidio, bromo o niobio. “Algunos de estos elementos, llamados refractarios, son muy difíciles de obtener, por lo que fue necesario realizar las medidas en la instalación IGISOL de Finlandia”, comenta Alejandro Algora.

Mediante la utilización del ‘método suma’ (SM) para combinar los resultados, han obtenido la distribución de los antineutrinos producidos en el ciclo vital de los principales combustibles nucleares, como el uranio 235 y el plutonio 239. “Este método no introduce en los cálculos ninguna renormalización y no sufre del denominado ‘efecto Pandemonio’”, explica José Luis Taín. Este efecto se produce por la utilización de detectores de germanio, que falsean la energía de las desintegraciones beta aumentando también la deducida de los antineutrinos emitidos. “Además, las medidas en las que está basado el modelo que se utiliza actualmente para calcular el espectro de antineutrinos fueron tomadas en los años ochenta y no se han vuelto a repetir”, recuerda el investigador.

Este modelo, denominado ‘Huber-Mueller’, establece un flujo de antineutrinos para un reactor nuclear que no se corresponde con las mediciones. La discrepancia entre la predicción del modelo y las observaciones llega a un 6%, “un error demasiado grande”, según Taín. Este hecho, denominado ‘anomalía de los antineutrinos de los reactores nucleares’, es vital para experimentos como Daya Bay (China), RENO (Corea del Sur) y Double Chooz (Francia), que utilizan el flujo de antineutrinos producido por las centrales nucleares para medir las ‘oscilaciones de neutrinos’ (fenómeno por el que los neutrinos se transforman durante su recorrido en alguno de los tres tipos que se conocen).

La causa más obvia para explicar la anomalía es un error en los datos de referencia. Sin embargo, otras explicaciones apuntaban a la existencia de un nuevo tipo de neutrino, llamado ‘neutrino estéril’, que además podría explicar la materia oscura en el universo. Ahora, el grupo de investigación del IFIC ha aplicado el método suma combinado con espectroscopía gamma de absorción total a 17 de los isótopos más relevantes para la producción de antineutrinos en las desintegraciones beta de los principales combustibles nucleares. Al comparar estos resultados con los antineutrinos detectados por Daya Bay, consiguen reducir la discrepancia hasta un 2%.

Los resultados publicados en *Physical Review Letters* descartan que la anomalía de los antineutrinos de las centrales nucleares tenga su origen en una nueva clase de neutrino

aún por descubrir. Según José Luis Taín, esto demuestra que el método de suma combinado con espectroscopía gamma de absorción total es adecuado para calcular el espectro de antineutrinos producido en las desintegraciones beta del combustible nuclear. Así, este método podría mejorar los cálculos de la potencia obtenida en los reactores nucleares, además de contribuir al diseño de herramientas más eficaces contra la proliferación nuclear no controlada.

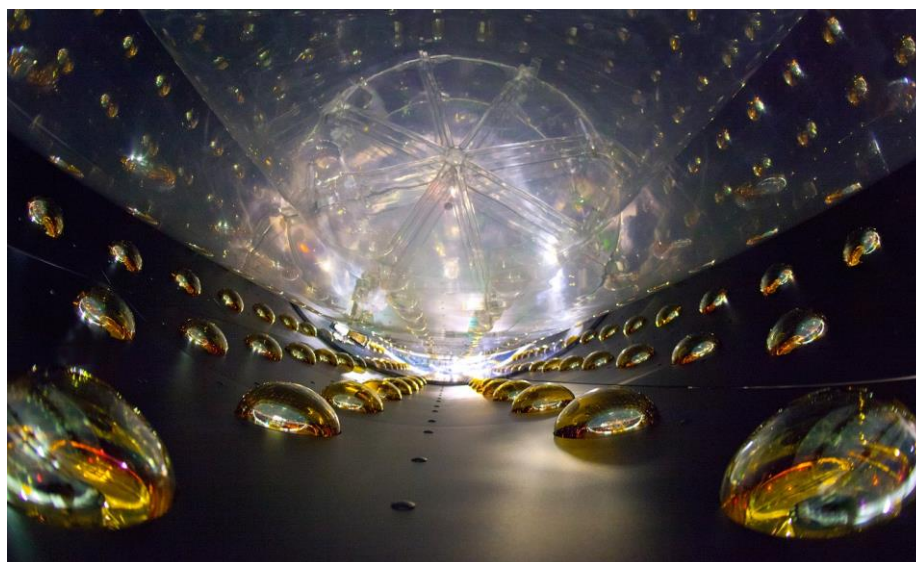
Aún está por determinar el impacto que estas medidas pueden tener en el estudio de las oscilaciones de neutrinos en experimentos como Daya Bay, hasta ahora el que ha estudiado el fenómeno con mayor precisión. “El estudio también es relevante para experimentos de oscilaciones de antineutrinos de nueva generación como JUNO, que se construye actualmente en China y busca entender mejor la naturaleza de las llamadas ‘partículas fantasma’”, apunta Alejandro Algora.

Referencia:

M. Estienne, M. Fallot, A. Algora, J. Briz-Monago, V. M. Bui, S. Cormon, W. Gelletly, L. Giot, V. Guadilla, D. Jordan, L. Le Meur, A. Porta, S. Rice, B. Rubio, J. L. Taín, E. Valencia, and A.-A. Zakari-Issoufou. **Updated Summation Model: An Improved Agreement with the Daya Bay Antineutrino Fluxes.** Phys. Rev. Lett. 123, 022502. Published 9 July 2019. DOI: <https://doi.org/10.1103/PhysRevLett.123.022502>

Más información:

<https://journals.aps.org/prl/abstract/10.1103/PhysRevLett.123.022502>



The Daya Bay Antineutrino Detector. CRÉDITO: IFIC.

Más información:
Javier Martín López
Tel.: 96.362.27.57

<http://www.dicv.csic.es>
jmartin@dicv.csic