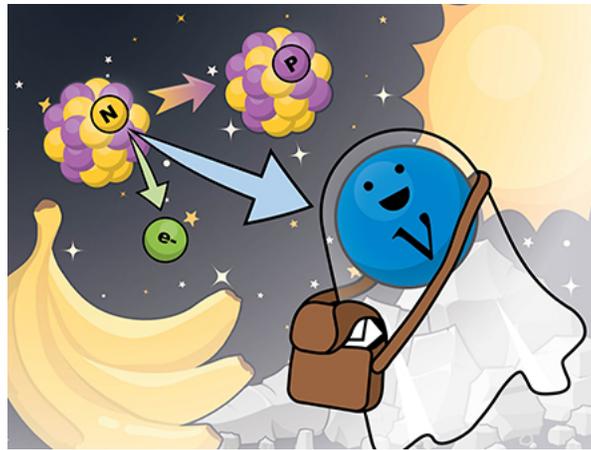


Neutrino energético marca nuevo récord

JFGH



Resumen

Traducción libre del artículo de Scientific American escrito por Meghan Bartels y editado por Lee Billings[1].

1. Un neutrino muy energético nunca visto antes

Una partícula fantasma de tipo neutrino descubierta por un detector en el Mediterráneo transportaba 30 veces más energía que cualquier neutrino observado hasta la fecha. Para los peces nadando en lo profundo de un lugar particular del mar Mediterráneo frente a la costa de Sicilia en las primeras horas del 13 de febrero de 2023, fue una noche como cualquier otra vez hasta un brillo azul repentino, invisible a los ojos humanos, fue disparado a

través del agua oscura. El evento marcó algo extraordinario: la detección de la partícula más energética de su tipo que se ha medido hasta la fecha.

El destello era la carta de presentación de un neutrino cósmico, una pequeña partícula generalmente inadvertida por los humanos. Un neutrino podría pasar por un año luz de plomo sin interactuar con él, como si el plomo fuera casi transparente. Y cada segundo unos 100 billones de estas partículas (la mayoría de las cuales han sido emitidas por nuestro sol) pasan a través de tu cuerpo. Eso los hace difíciles de atrapar, pero también a los mensajeros potentes de procesos astrofísicos aislados de otro modo en el trabajo en los corazones opacos de las estrellas y los núcleos de las galaxias oscurecidas por el polvo.

Este descubrimiento y caracterización viene de una colaboración predominantemente europea llamada KM3NeT, un extenso telescopio de neutrino que todavía está en construcción y que, una vez completamente construido, utilizará alrededor de un kilómetro cúbico de agua de mar mediterránea cordada de instrumentos como la base de sus dos detectores distintos. Sin embargo, incluso en su estado incompleto, el proyecto ha entregado un impresionante neutrino que probablemente proviene de más allá de la galaxia y que contiene un poder sin precedentes.

En una región de energía completamente inexplorada, 30 veces más alta que cualquier observación anterior de neutrinos, dijo Paschal Coyle, un físico neutrino del Centro Nacional de Investigación Científica de Francia y miembro del equipo de KM3NeT, durante una conferencia de prensa sobre la investigación que se llevó a cabo el martes.

De los dos detectores de KM3NeT, uno está dedicado a neutrinos atmosféricos más mundanos. El otro, llamado ARCA, se encuentra a menos de 3,5 kilómetros de agua frente a la costa de Sicilia y está diseñado para detectar neutrinos astrofísicos observando los escombros de sus raras interacciones con las moléculas de agua.

“Estas cosas han golpeado con mucha energía, y se obtiene este enorme spray de partículas”, dice Kate Scholberg, una física de la Universidad de Duke, que estudia neutrinos pero no estuvo involucrada en la nueva investigación. Un neutrino habitualmente no interactúa mucho, pero cuando lo hace, hace un chorro gigantesco y espectacular de todo tipo de partículas que pulverizan por todas partes. Y es la luz de esas partículas que ves en la animación del artículo original. Una animación de cómo es la detección del neutrino puedes verla en el artículo original[1].

Cuando el neutrino recién descubierto golpeó, ARCA estaba observando



Figura 1: El neutrino cósmico de mayor energía detectado hasta la fecha fue observado por KM3NeT, que se encuentra en el fondo del mar Mediterráneo cerca de Sicilia, Italia y Provenza, Francia. Fuente: DKosig/Getty Images (Elementos de esta ilustración proporcionados por la NASA).



Figura 2: Tres Módulos Ópticos Digitales KM3NeT (DOM). Cada módulo consta de dos esferas de la mitad de vidrio llenas de toda la electrónica necesaria, energía y 31 tubos fotomultiplicadores sensibles a la luz (PMTs). Fuente: Durk Gardenier/Alamy Stock Photo.

con sólo 21 de sus 230 líneas de detección previstas. El neutrino golpeó a una molécula de agua fuera del detector, creando una ráfaga de partículas, incluyendo un muón de alta energía “un tipo de partícula subatómica que es similar a un electrón pero 207 veces más pesado”. Ese muón creó sus propios fragmentos de partículas a su alrededor, provocando una onda de fotones azules pálidos blanquecinos apodados radiación Cherenkov que pasaba por los instrumentos ARCA. Al analizar esa luz, los físicos fueron capaces de reconstruir el camino submarino de los muones, estimar la energía del neutrino original y determinar sus orígenes en una región particular del espacio.

Los investigadores estiman que la energía neutrino estaba en el orden de 220 voltios de electrones de mascotas, más de 30 veces más alto que el neutrino más energético detectado antes de las nuevas observaciones. Para ayudar a la gente a conceptualizarlo durante la conferencia de prensa, Aart Heijboer, físico del Instituto Nacional Nikhef de Física Subatómica en Holanda y coautor de la nueva investigación, ofreció la imagen de una bola de Ping-Pong que caía alrededor de un metro en la gravedad de la Tierra. El neutrino recién detectado contenía esa cantidad de energía embalada en una sola partícula subatómica, dijo. No se puede comparar con los aceleradores de partículas más feroces que los científicos han construido: “Esto es unas 1000 veces más energético que cualquier cosa que pudiéramos producir en la Tierra” con física de partículas ahora o en el futuro cercano inmediato, dice Bryan Ramson, físico de neutrinos del Laboratorio Nacional de Aceleradores Fermi en Illinois, quien no estuvo involucrado en la nueva investigación.

La detección es fascinante, pero también plantea más preguntas de las que responde. KM3NeT se está uniendo a un telescopio de neutrinos de larga duración llamado IceCube que ha estado recopilando datos de cerca del Polo Sur desde 2011. IceCube fue diseñado para atrapar este tipo de neutrino de alta energía tan eficazmente como KM3NeT, pero su actual observación de registro llevó sólo una trigésima parte de la energía de KM3NeT en el nuevo hallazgo, lo que ha levantado las cejas entre algunos expertos, e introducido nuevas preguntas e incógnitas. ¿Una nueva fuente astrofísica? El tiempo y más observaciones lo dirán.

“Mi primera impresión es que esto es muy inesperado. ¿Y cómo puede ser posible esto sin que IceCube haya visto algo parecido antes?”, dice Ignacio Taboada, físico del Instituto Tecnológico de Georgia y actual portavoz de la colaboración de IceCube.

Además, los científicos de KM3NeT no pudieron asociar a su neutrino de alta energía a una fuente particular. Los investigadores escanearon la pequeña

zona del cielo del que probablemente llegó el neutrino, pero no vieron alguna señal que pudiera generarlo, tales como un tipo de núcleo galáctico activo llamado “blazar”, que se sospecha es fuente que pueda crear una partícula tan poderosa. Eso podría significar que el neutrino pudo provenir en cambio de un rayo cósmico superveloz que cuidaba un fotón de luz extragaláctica de fondo o del fondo cósmico de microondas, sostienen los investigadores. Un análisis más reciente, puede leerse en [3].

2. Este suceso es raro: creo que es una buena comida para llevar

Tales posibilidades esotéricas hacen que el estudio de los neutrinos astrofísicos sea un picor terrible, pero también son una parte importante de la razón por la que los científicos se sienten atraídos a estudiarlos en primer lugar. La mayoría de las observaciones astronómicas permanecen asociadas a fotones. Sí, se pueden bloquear fácilmente. En contraste, la naturaleza fantasmal de los neutrinos significa que viajan sin obstáculos en una línea recta a grandes distancias, ofreciendo una lente diferente en el universo que incluso mira hacia atrás a sus primeros días. Con la luz, hay un límite en lo lejos que puedes mirar, dice Ramson, a saber, la niebla fotónica del fondo cósmico de microondas, que se emitió unos 380000 años después de la gran explosión o Big Bang. Los neutrinos son una forma de perforar ese velo y mirar más atrás que nunca (solamente las ondas gravitacionales y sus hipotéticos gravitones serían mejor que los neutrinos cósmicos primordiales o los cosmológicos).

Que los científicos estén al borde de perforar ese velo depende de si KM3NeT continúa haciendo observaciones impresionantes como la detección de 2023 y si IceCube puede igualarla después de pasar tanto tiempo sin avistamientos de partículas de tan alta energía. En este momento, la aparente discordia en los avistamientos de detectores es confusa, por decir lo menos. Podrían haber tenido suerte; es difícil decirlo, Scholberg dice. Es muy intrigante, y claramente significa que necesitamos más datos.

Taboada está de acuerdo en que la detección en la mano es interesante, pero también que los científicos de neutrinos necesitan más observaciones para saber cómo interpretar la captura de KM3NeT. Si probara un neutrino astrofísico, eso sería monumental, dice Taboada. Pero quiere ver más. Este evento es raro; creo que es una buena comida para llevar, dice. Es inesperado,

más o menos de la forma que lo mires.

Referencias

- [1] “*The most energetic neutrino ever seen makes a mediterranean splash*”. Escrito por Meghan Bartels y editado por Lee Billings. Traducido al español por JFGH. URL: <https://www.scientificamerican.com/article/the-most-energetic-neutrino-ever-seen-makes-a-mediterranean-splash/>
- [2] “*Observation of an ultra-high-energy cosmic neutrino with KM3NeT*”, The KM3NeT Collaboration. Nature volume 638, pages 376–382 (2025). URL: <https://www.nature.com/articles/s41586-024-08543-1>
- [3] “*Clash of the Titans: ultra-high energy KM3NeT event versus IceCube data*” Shirley Weishi Li, Pedro Machado, Daniel Naredo-Tuero, Thomas Schwemberger. URL: <https://arxiv.org/abs/2502.04508v1>