

Desarrollando la física de partículas en la PUCP. Neutrinos, Núcleos activos de Galaxias y violación de CPT

CIENCIAS FÍSICA

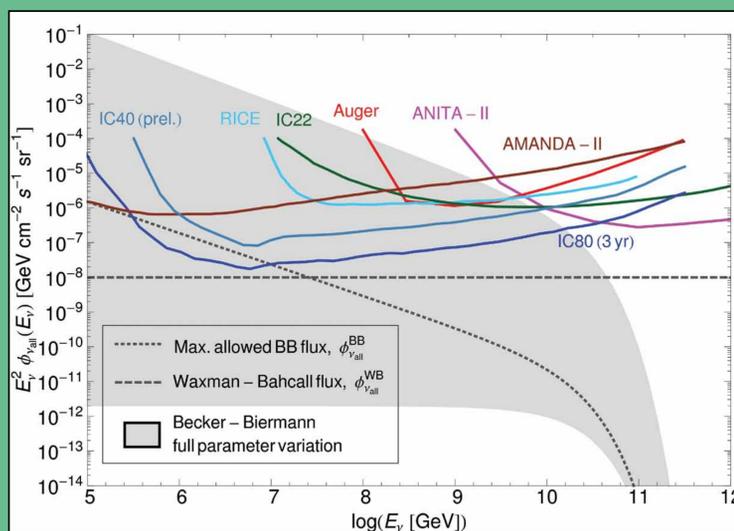


INVESTIGADOR RESPONSABLE → Alberto Gago
 ASISTENTES DE INVESTIGACIÓN → Mauricio Bustamante y Carlos Argüelles
 FINANCIADO POR → PUCP, Proyecto Helen
 INSTITUCIONES INVOLUCRADAS → PUCP, IFIC (España)

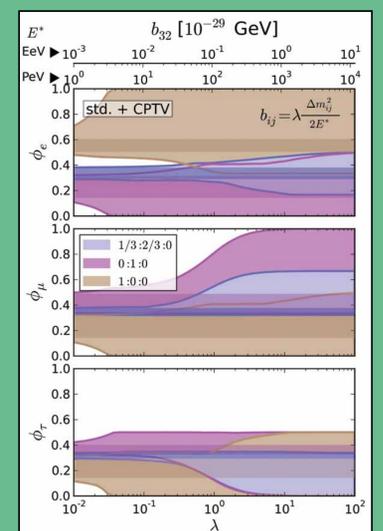
Las oscilaciones de neutrinos son causadas por la no diagonalidad entre estados de masas y de sabor. Así, los estados de masa interfieren cuando evolucionan con el tiempo, teniendo como resultado las oscilaciones entre los diferentes sabores. Esta naturaleza interferométrica, hace que el sistema de los neutrinos constituya un escenario natural para probar efectos de física más allá del modelo estándar (modelo que describe la naturaleza en fuerzas y partículas fundamentales). Dentro de estas exóticas posibilidades tenemos: la interacción no estándar de los neutrinos con la materia, violación del principio de equivalencia, la violación de la simetría CPT (carga-paridad y inversión temporal), etc. Si la teoría de supercuerdas es válida, podría existir la posibilidad de observar efectos de violación de la simetría CPT, usando oscilaciones de neutrinos. Dado que, la magnitud de estos efectos sería pequeña, necesitamos para probarlos neutrinos que tengan alta energía y que recorran una gran distancia antes de su detección. Nosotros probaremos estos efectos de violación de CPT usando los neutrinos de alta energía que podrían ser producidos en los núcleos activos de galaxias, y detectados en IceCube. El observable que usamos para esta prueba son las razones de los flujos de neutrinos que arriban a la tierra.



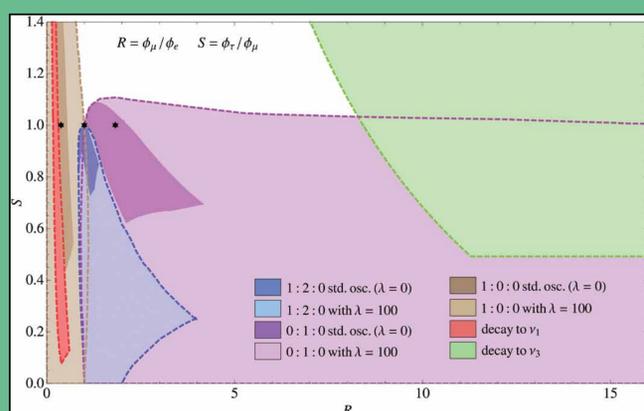
Concepción de artista de un núcleo activo galáctico (AGN): una galaxia lejana que alberga un agujero negro supermasivo en su centro, cuya luminosidad supera la del resto de la galaxia. Se espera que el mismo proceso que genera la intensa radiación electromagnética observada (rayos X) genere flujos de partículas cargadas y neutrinos de muy alta energía.



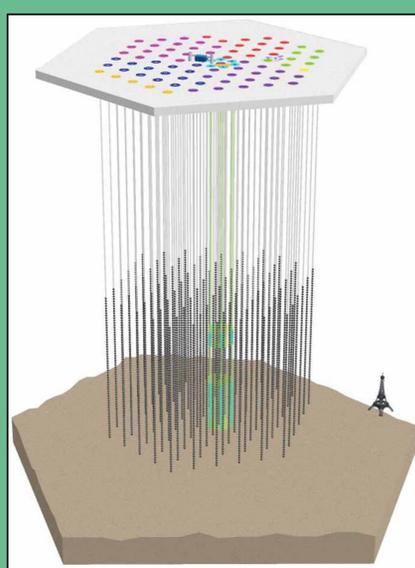
Flujo difuso de neutrinos (de todos los sabores) provenientes de AGN. La región gris corresponde a todos los posibles flujos, según el modelo de Becker & Biermann (BB), que resultan de la variación de los parámetros del modelo. El flujo referencial de Waxman-Bahcall se muestra como una línea cortada, mientras el máximo flujo BB permitido se muestra como una línea punteada. Se incluyen además las curvas límite superiores obtenidas por diferentes experimentos de detección de neutrinos de alta energía.



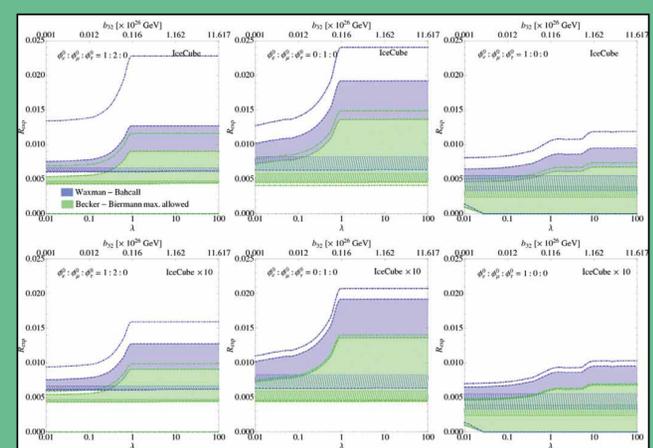
Proporción de neutrinos de sabor muón, ϕ_μ , como función del parámetro que controla la intensidad de la violación CPT, b_{32} (o, equivalentemente, $b_{3\bar{2}}$), para diferentes modelos de producción de neutrinos en AGN. Las regiones se han generado variando los parámetros de mezcla de sabor de neutrinos dentro de sus incertidumbres experimentales actuales y los parámetros de mezcla asociados a violación de CPT, entre 0 y ∞ . En las regiones achuradas, no existe violación de CPT.



Regiones de R y S accesibles al asumir diferentes escenarios de producción en AGN: $\nu_e : \nu_\mu : \nu_\tau$ (ver pdf) = 1:2:0 (azul), 0:1:0 (morado) y 1:0:0 (marrón). Las regiones en tonos más oscuros corresponden a transiciones de sabor estándar, que conservan CPT (i.e., con $\lambda = 0$), mientras que las regiones en tonos más ligeros corresponden a transiciones dominadas por violación de CPT ($\lambda = 100$). También se muestran las regiones accesibles a través del decaimiento de neutrinos en productos invisibles, asumiendo una jerarquía de masas normal (rojo) y en una invertida (verde).



Detector de neutrinos IceCube, ubicado en el Polo Sur. Ochenta y seis cadenas de sensores de luz se encuentran enterradas en el hielo antártico transparente, a profundidades de entre 1.5 y 2.5 km. Cuando un neutrino energético interactúa con el hielo, se generan partículas cargadas que, al desplazarse, generan fotones, los cuales son detectados por los sensores enterrados.



Cociente (R_{exp}) entre el número de neutrinos-muón y el número de chubascos (iniciados por todos los sabores) detectados en IceCube (fila superior) y en un detector ficticio cinco veces más voluminoso (fila inferior), como función de λ . Se han considerado dos modelos de flujo de neutrinos de AGN, el Waxman-Bahcall (en azul) y el Koers-Tinyakov (en verde), y tres razones de sabor iniciales: $\nu_e : \nu_\mu : \nu_\tau = 1:2:0$ (gráficas (a) y (d)), $0:1:0$ (gráficas (b) y (e)) y $1:0:0$ (gráficas (c) y (f)). Para comparación, los valores de R_{exp} bajo oscilaciones estándar, para cada una de las tres posibilidades, se muestran como bandas achuradas con los colores correspondientes.