



Propuesta de Trabajo Fin de Grado en Física

Tutor/a: Diego García Gámez

Departamento y Área de Conocimiento: Física Teórica y del Cosmos

Correo electrónico: dgarciag@ugr.es

Cotutor/a:

Departamento y Área de Conocimiento:

Correo electrónico:

Título del Trabajo: Detección de neutrinos cósmicos en argón líquido

Tipología del Trabajo:

(Según punto 3 de las Directrices del TFG aprobadas por Comisión Docente el 10/12/14)

(Marcar con X)

1. Revisión bibliográfica		4. Elaboración de nuevas prácticas de laboratorio	
2. Estudio de casos teórico-prácticos	X	5. Elaboración de un proyecto	
3. Trabajos experimentales		6. Trabajo relacionado con prácticas externas	

Breve descripción del trabajo:

La detección de los neutrinos procedentes del colapso del núcleo de una supernova, así como de los neutrinos producidos en el sol, puede utilizarse para investigar una gran variedad de temas relacionados con los neutrinos, la astrofísica estelar y las teorías más allá del Modelo Estándar [1, 2]. Las cámaras de proyección temporal de Argón líquido (LArTPCs) son los detectores con la tecnología más prometedora en el presente y futuro próximo de la Física de Neutrinos [3, 4]. Estos detectores utilizan tanto la carga de ionización como la luz de centelleo para reconstruir imágenes (casi fotográficas) de las interacciones de las partículas. Sin embargo, no fueron diseñados para estudiar sucesos de tan baja energía.

El argón líquido es particularmente sensible a la interacción de corriente cargada de neutrinos del electrón, que produce un electrón con una energía que llega a varias decenas de MeV, y posiblemente productos de desexcitación nuclear. Estos productos sólo generan pequeñas deposiciones de energía (casi puntuales), por lo que su correcta detección depende de disponer de una resolución muy fina en nuestros detectores. Además, estas pequeñas señales pueden ser vulnerables al fondo radiactivo y cosmogénico que también produce sucesos de baja energía de manera mucho más copiosa. Por lo tanto, la distinción entre señal y fondo en este tipo de sucesos requiere del diseño de algoritmos inteligentes y precisos, en donde una detección homogénea y abundante de luz de centelleo jugará un papel fundamental.

En este trabajo se pretende estudiar la eficiencia de detección de este tipo de sucesos de baja energía en detectores LArTPCs. En particular se usará el caso concreto del detector SBND (Short Baseline Near Detector) [5], que tiene el sistema de detección de luz más avanzado jamás construido en un detector con esta tecnología.

Objetivos planteados:

- Familiarizarse con la tecnología de las cámaras de proyección temporal de argón líquido.
- Aprender a utilizar la herramienta de análisis ROOT [6], estándar en el campo de la Física de Partículas experimental.
- Entender la estructura de los archivos de análisis del detector SBND.
- Entender la estructura temporal y espectro de energía de los neutrinos procedentes de una supernova.
- Realizar un estudio de la eficiencia de detección de neutrinos de supernova en detectores LArTPC con un sistema de detección de luz avanzado, como es el caso de SBND.
- Escribir un informe final que describa la metodología y resultados del estudio.



Metodología:

Motivación (bibliográfica):

- Neutrinos de Supernova
- Detectores LArTPC
- Interacciones de baja energía y secciones eficaces de neutrinos
- Fondo radiactivo y cosmogénico

Datos de simulaciones:

- Uso de datos procedentes del paquete de simulación LArSoft [7].
- Sucesos de neutrinos de supernova en SBND junto con las principales señales de fondo (ruido).

Análisis

- Estudiar eficiencia de selección de neutrinos de supernova frente al fondo radiactivo y cosmogénico procedente de la desintegración β de los iones de argón-39 y de la desintegración α de 5,590 MeV emitida por los núcleos de radón-222.

Bibliografía:

- [1] F. Capozzi, S. W. Li, G. Zhu, and J. F. Beacom, DUNE as the Next-Generation Solar Neutrino Experiment, Phys. Rev. Lett. 123, 131803 (2019).
- [2] A. Ankowski et al., Supernova Physics at DUNE, (2016), arXiv:1608.07853.
- [3] DUNE Collaboration, B. Abi et al., Volume I. Introduction to DUNE, JINST 15, T08008 (2020), arXiv:2002.02967.
- [4] DUNE, B. Abi et al., Deep Underground Neutrino Experiment (DUNE), The DUNE Far Detector Technical Design Report, Volume II: DUNE Physics, (2020), arXiv:2002.03005.
- [5] P. Machado, O. Palamara, D. Schmitz, “The Short-Baseline Neutrino Program at Fermilab”, Ann.Rev.Nucl.Part.Sci.69(2019)363-387.
- [6] <https://root.cern.ch/>
- [7] <https://larsoft.org/>

A rellenar sólo en el caso que el alumno sea quien realice la propuesta de TFG

Alumno/a propuesto/a: Paula Criado Ibáñez

Granada, 15 de Mayo 2023

Sello del Departamento